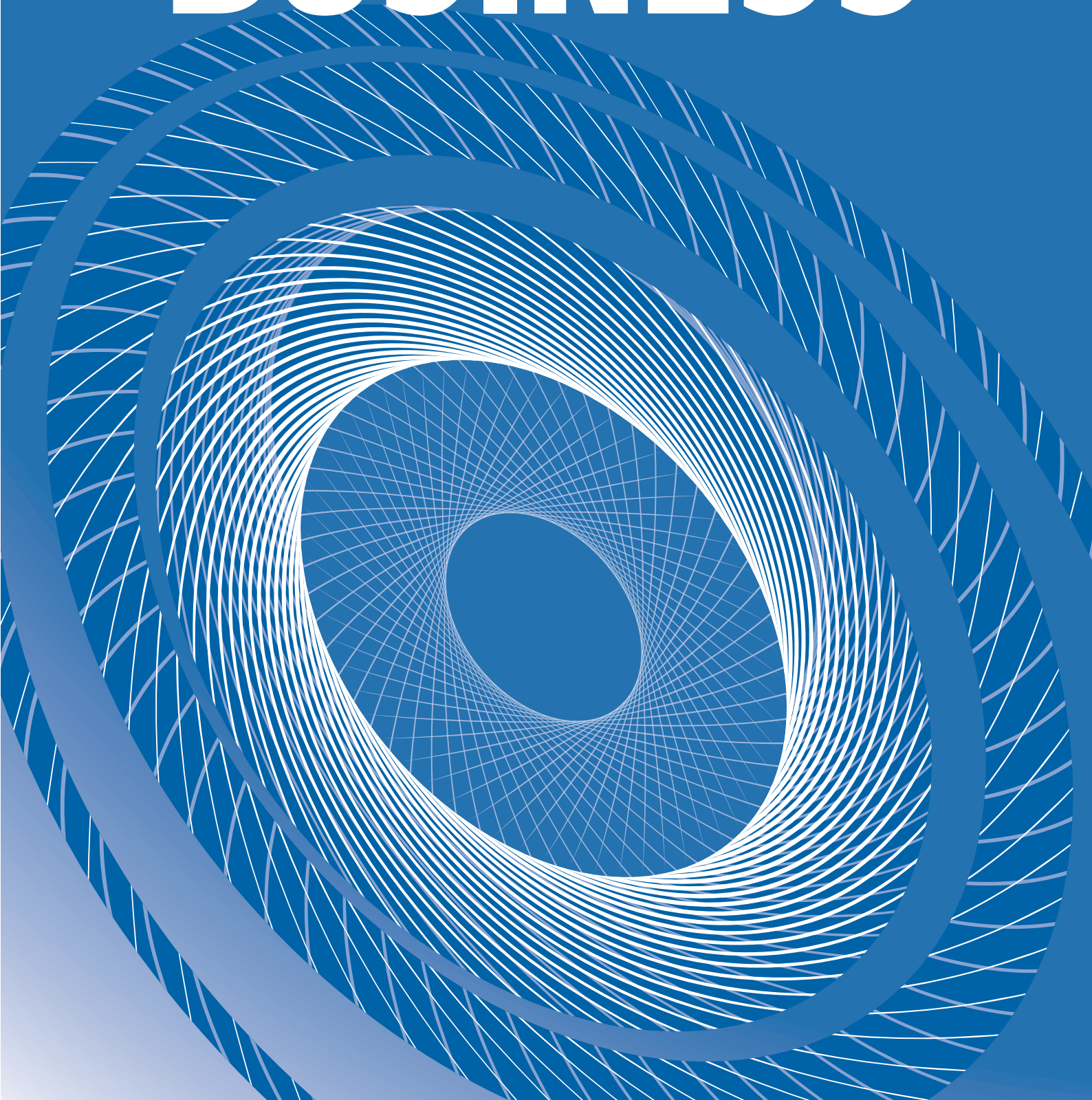


季刊・道路新産業 SUMMER 2018 No.118

TRAFFIC & BUSINESS



CONTENTS

特集 1 平成 30 年度講演会・調査研究発表会

- ＜講演＞ イノベーションと交通工学
～交通行動と交通流の観測と分析～ 1
朝倉 康夫（東京工業大学 教授）
- 自転車駐車場におけるキャッシュレス化に関する調査研究 13
- 道路課金制度に関する調査研究～持続可能な道路投資に向けて～
..... 23
- ETC2.0 プローブデータの拡充に関する調査研究
～プローブデータの拡充と情報提供の用途拡大について～ 31
- 車両運行管理支援のための
ETC2.0 特定プローブデータ配信事業について 37
- アジアの協調システムの動向～韓国・台湾の V2X ～ 41

特集 2 「道路法等の一部を改正する法律」について

- 国土交通省 道路局 路政課 46

REPORT

- 世界運輸会議（The future of transportation、World conference）
について 51
- ITS アメリカ 2018 年次総会出席概要報告 59
- 平成 30 年度 ITS セミナー開催 63

INFORMATION

- 第 18 回理事会の開催概要 64
- 平成 30 年度定時評議員会の開催概要 64
- 役職員の人事異動 66

平成 30 年度 講演会・調査研究発表会

〈講演〉 イノベーションと交通工学 ～交通行動と交通流の観測と分析～

朝倉 康夫

東京工業大学 環境・社会理工学院 土木・環境工学系 教授

1 はじめに

今日は多数ご参集いただきまして、まずは、道路新産業開発機構の理事長として厚く御礼を申し上げます。

今日のタイトルは、「イノベーションと交通工学」ということですが、内容としてはサブタイトルにあるように、人の交通行動や車の流れを観測し、そのデータを収集することに焦点を当てて、イノベーションと交通工学についてお話ししたいと思います。内容について、ご質問・ご意見等ございましたら、メールをいただければ対応させていただきます。

東京工業大学には、私のほかに交通を研究している研究室が5つありまして、その研究室がTransport Studies Unit (TSU) ユニット (<http://transport-titech.jp/>) という交通研究グループを構成しています。TSUには、朝倉研究室、福田先生、屋井先生、室町先生、花岡先生と全部で5つの研究室がありまして、都市計画に近い交通の話、いわゆる交通まちづくりの話から、世界・地球規模の船や航空の交通にいたるまで、幅広くカバーしております。

まず本題に入る前に、私の研究室で最近どのようなことに関心を持っているかということをご紹介します（図1）。



この図はどのように見るかという、上のほうに、観測や実験に重きを置いた研究が分類されています。下のほうは、理論やモデル構築にフォーカスをかけた研究です。物理や数学に、理論と実験・計測があるのと同じように、分けてみるということです。一方、右には、自動車系の交通とかネットワークの分析があつて、左には、人間行動に関するテーマがあります。

皆さんが、交通工学に関する研究やアウトプットをご覧になるときに、それが一体どの辺にフォーカスしているのかをみる時にもこのダイアグラムは役に立つと思います。

人の交通行動のモニタリングや観測などに類する研究は第二象限です。自動車交通流の状態推定やプローブデ

Recent Research Interests

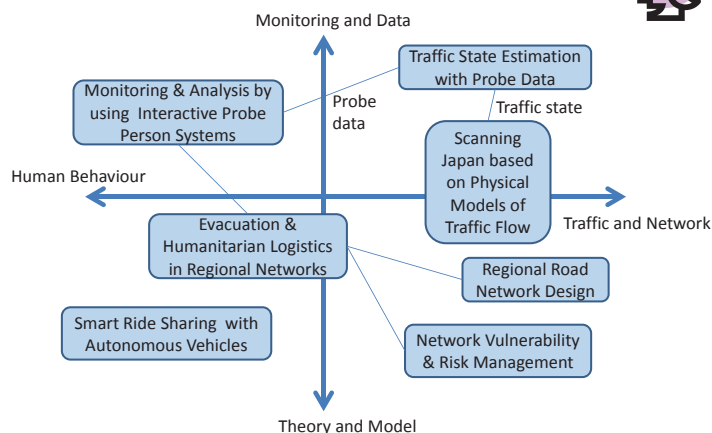


図 1

ータを使った交通状態の推定は第一象限にあります。日本全体でプローブの動きを分析して、日本全体のどこがどのように病んでいるのかを分析する。これをスキャンニングジャパンと呼んでいます。そういったことにも関心があります。

本日はこの図の上半分ぐらいを対象に話をしたいと思います。

なお、第三象限には、Smart Ride Sharing with Autonomous Vehiclesと書いてありますが、自動運転の車をライドシェア（相乗り）に使うとすると、どのようなことができるのか、どのような課題があるかを考えようということです。自動運転の車を、単に動かすだけでは交通システム全体の改善につながらないと思っています。シェアリングと自動運転をつなぐと面白いことができるのではと思っています。

近いところに、Evacuation & Humanitarian Logistics in Regional Networks というのがあります。災害時の避難であるとか、あるいは、救援救急物資の輸送に関する研究を文科省の科学研究費をいただいて進めています。

第四象限には交通ネットワーク分析や計画の話題を置きました。広域のネットワークの形成やネットワークの信頼性、リスクマネジメントにも関心があって研究しています。

詳細は時間の関係で全体を説明できないので、この図の中の3つだけ紹介したいと思います。

1つめは、スマートフォンを利用した交通行動データの収集です。被験者が携帯する機器による行動の観測は

もう20年ほど研究していますが、スマートフォンを持っているだけで全てがわかるということはありません。例えば、移動の trajectory（移動軌跡）はスマートフォンを持っていれば収集できますが、トリップの部分と滞在の部分の分離は簡単ではなく、トリップを抽出できたとしても、トリップ中の移動手段、移動目的はわかりません。これらはスマートフォンを持っている被験者に質問しなければならないですね。交通行動の全容を知ろうと思うと、その質問を被験者がトリップを行う度に、繰り返し行わなければならないということになります。1日の調査ならがまんでできるとしても、1週間・1か月続けるとなると、被験者には負担が

重すぎます。ですので、被験者に最初は質問するけれど、次第にスマートフォンが賢くなって、交通目的を推定できるようになり、やがて質問をしなくても行動がわかるようになる、そういうシステムを作ろうとしています。質問しなくなったら、もうそれで完成ということです。ほぼ原型はできていまして、昨年、実証実験を高知で行いました。

2つめは、自動運転の車をシェアリングすることに関する研究です。とりわけ、車の配車・経路への割り当てと、車を使用する人と人との間のマッチングが面白いテーマです。例えば、利用者は、変な人とシェアリングしたくないという欲求を持っているので、それを上手に解決するような仕掛けを考えていきたいということです。

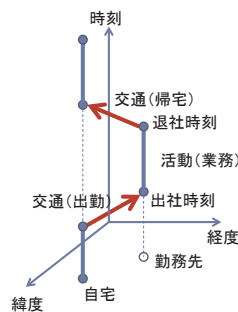
3つめは、巨大災害時の避難の話です。ものすごく広い地域が被害を受ける可能性があるときに、広域ネットワークをどのようにマネジメントしていくかということについて、避難と物資の輸送を対象にマネジメントを考えるということです。避難と物資輸送を上手に組み合わせなければ、被災者に必要な物資が届かないことが生じたり、無駄な輸送をすることにもなるので、そのような問題を生じさせないための基礎的な方法論の研究をしています。

これらの関心あるテーマの中で、本日はするのは、交通行動と交通流の観測と分析です。流行の言葉でいえば、交通のビックデータの分析に該当します。前半は交通行動の調査、後半はプローブカーを使った自動車交通流の観測という風に大きく分かれています。

交通行動の調査

まず最初に、活動と交通の話です。このダイアグラムは、都市空間を人がどのように行動するかを概念図で示したものです（図2）。

朝、自宅にいた人が、ある出勤時刻になると会社に行き、そこでしばらく滞在して、また戻るというのが、この人の行動だとすると、1日に2回移動があったことになります。トリップというのはある目的をもった起点と終点の間の移動であって、このトリップに目的などの多様な属性が付いています。交通計画、交通行動の分析を



- 交通移動の単位＝トリップ(trip)
- トリップの定義
ヒトがある目的を持って行う特定の出発地点(起点, origin)から目的地(終点, destination)までの一方向の移動
- トリップの目的
目的地での活動に対応:
通勤・通学, 業務, 私用, 帰宅...

図2 活動 (activity) と交通 (trip)

するときは、一連の人の動きに関するデータをどのようにに収集するかということが大きな課題です。伝統的な交通行動調査は、被験者に聞くということです。1人の人の1回の1つの赤い矢印について、何時に出発したのか、何時に到着したのか、どこが出発地でどこが目的地だったのか、目的地の場所、属性は何か、目的は何か、どんな交通手段を使ったのか、自分で運転したか、同乗者がいたかということを聞くわけです。これまでパーソントリップ調査（PT調査）という調査で都市圏の交通行動を調べてきました。アメリカで1950年代に実施された調査の体系を日本に輸入して、最初に広島都市圏で実施されて以降、原則として10年に1回、人口30万人以上の都市圏で実施されています。

PT 調査は、調査員が家庭訪問して調査票を置いて、2週間ほど留め置いてもらって回収するという手順がとられていましたが、最近ではWEBが使われたり、郵送回収が行われたりします。家庭訪問すると、一定の回収率が得られますが、郵送すると回収率が悪くなります。

図3は、大分で実施されたパーソントリップ調査を実施したときに配布された調査表の記入例です。この調査表には、家を出て歩いて8分かけてバス停まで行って、

[illegible]

図3 大分パーソントリップ調査の記入例より

バスに7分乗って、そのあと鉄道も10分待って、鉄道に10分乗って、最後15分歩いて会社に行く例が示されています。これが1回のトリップです。これを一日の全てのトリップについてやってもらうということは難しい。なかなか行動データを正確に取るということは難しいわけです。とはいえ、こういった調査が、都市圏内のマクロな交通の流動、とりわけ、起点（Origin）から終点（Destination）にどのぐらいの人数が移動するか、いわゆるOD交通量を知るには非常に重要な調査なので、PT調査が不必要だということはありません。

実際の都市空間での質問タイプの調査に加えて、被験者の行動を追跡する・観測するというタイプの調査や、あるいは、定点で人の動きを観測するという調査が研究されるようになりました。情報通信技術を使った交通行動の観測ということです。1つは、移動体型観測（ラグランジュタイプ）で、スマートフォン等の携帯可能で位置特定できる通信機能を持った機器を被験者に携帯してもらい、その動きをトラッキングするというものです。昔は改札機や車両感知器はボリュームが取れるだけでしたが、ICカードやETCカード、あるいは、AVIのナンバープレートの識別、カーナビのアップリンクデータのように、定点を通過した個々の車両や個人を特定することによってそれを追いかけていくという、オイラータイプの観測もできるようになってきています。

まず、移動体型の調査ですが、20年ほど前に、私が愛媛大学にいたときにPHSを用いた調査を行いました。PHSは常に自分の周辺にある3つから7つぐらいのアンテナのID番号とアンテナから飛んてくる電解強度の強さを捕捉しています。そのデータを使って、PHSの位置を推定することができます。基本的アイデアはパナソニックから分社化されたローカスという会社があり、そこが位置特定サービスを始めました。私達のグループとローカスでそれを交通行動の調査に使おうということになり、1998年11月に調査を始めました。今東京大学にいる羽藤先生と柏谷先生と一緒に調査を企画して実施しましたが、被験者が10名、2週間、2分に1回アップリンクするという規模の調査でした。PHSの面白いところは、携帯機器の周

辺にある基地局とそこから電解強度で推定するので、位置特定の誤差がでます。密に基地局があったとしても50メートルぐらい、少し郊外にいくと150メートルぐらいの誤差がでます。それでも都市圏規模の人の動き、トリップの長さが10キロぐらいであれば、それを分析する上では、誤差は大きな問題になりません。誤差があっても、どのルートを通るかということはおおよそ推定ができます。推定ができるように3次元空間の点列からトリップを切り出す技術や、ネットワークの上に移動軌跡をマッピングさせていく、いわゆるマップマッチングの技術がこのような研究を通して開発されました。特許を取ってあるので、関連の仕事をやっている方はご相談ください。

調査結果を示すと、図4の左は概念図ですが、都市空間を移動する移動体の位置のデータがこのように時系列的に得られるということです。動画をお見せするとよくわかります。紫の丸と緑の丸が動いているのが見えますか。これは大阪湾の近くを動いている人々の動きを調査したもので、100人ぐらいの被験者の動きを地図上に置いています。色が青になるとあまり大きく動いていない。緑っぽい色は速度が速いということを表しています。西宮沖あたりに着目してみると、神戸空港付近まで船で行って、芦屋か西宮の港に戻るという、楽しい動きをしてくれる人もいることがわかります。このように、人の動きを調べ、ドットのデータを色々な断面で集計することができます。例えば、川の断面を通過する人のピー

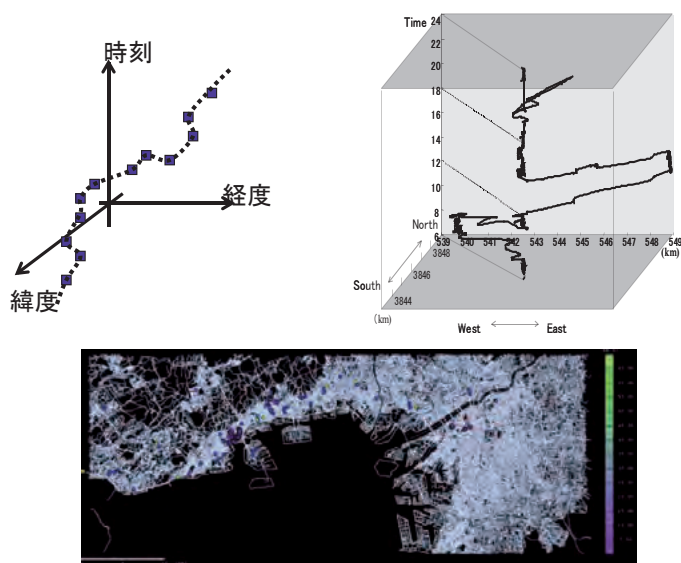


図4 3次元空間での行動の可視化（時空間パスダイアグラム）

クはいつ頃なのか、どのようなルートを使って大阪と神戸の間を移動しているか、そのときの路線の分担はどうなっているかがわかります。ある場所に滞在するとして、そこに滞在する時間の分布がどうなっているかなどもわかります。このようにドットで人の動きを調べることができるというのがこの種の調査の非常に面白いところです。

追跡型の調査では、1人の人の動きを一定期間継続して調査することも可能です。たとえば、宝塚周辺に住んでいて本町まで車で通っている人の動きを一週間追ってみると、3本の通勤ルートがあるということがわかりました。さらにそれを朝夕に分けてみると、朝は宝塚から西宮に出て、阪神高速を使って本町に出勤しますが、夕方は高速代がもったいないので経路を変えて高速には乗らずに帰ります。朝は、ほぼ同じルートですが、夕方は、時々別の道で帰るということもわかります。このように1週間、あるいは、もっと長い期間で人の動きを追跡調査すると、ネットワーク上で何かの事象が発生したときに、その人が普段の行動とは違う行動をするのかがわかります。新規路線の開通などの交通施策の変更があった時に、どのような感度が出るか、それが徐々に出てくるというのわかります。

単に人の動きを追いかけて軌跡を得るだけなら簡単ですが、携帯機器でドットの点列を収集しても、トリップの切り出しをしなければ交通データとしては使えません。点列の中の、どこからどこまでがトリップかというのを切り出すのは結構難しいし、さらに、交通目的を推定するのも難しいので、わからない部分は被験者に聞かざるを得ないことになります。移動軌跡は携帯機器で観測するけれども、必要最小限の質問は聞くという調査システムも研究してきました。携帯機器とWEBダイアリーを組み合わせて交通行動を調査する方法をプローブパーソン（PP）調査と名づけました。プローブパーソン調査を実施して、たとえば、ある特定の時間にある特定のエリアに入ったということがわかれば、どういう目的でそのエリアに入ったのかがわかります。特定の時空間領域に入ったトリップを取り出し、その後で、被験者にそのときに利用可能であった手段を尋ねたり、将来、新しい交通手段が提供されたとしたら、その時にどのような利用意向があるのかを聞くこともできます。過去の行動を

観測した後で、その状況で災害が発生していたと仮定したら、一体どういう行動を取り得たかなどの質問をする。そういった使い方をすることによって、現実にはまだ存在していない新しい交通手段に対する需要を調べたり、あるいは、実際には起こっていない災害のような出来事に対する人々の動きを分析するためのベースを作ることができます。全く仮想的な状況で新しい交通手段を使いますかとか、どのように避難しますかと聞いても、現実性がないので被験者は答えようがないですね。ところが、あなたはあの日このような行動をしていましたね、その時にももし新しい交通手段が使えたとしたら、それはどんなふうに使いますか。あるいは災害についても、このシチュエーションで何かが起こったらどういう行動をとるのですかという質問には比較的答え易いと思います。

それで、PP調査による現実の行動と、それに基づいた仮定の質問（SP調査）を組み合わせるという調査を作ってきました（図5）。

実際に、静岡でこの調査を実施して、何月何日の何時頃あなたは職場にいましたねと、職場にいたときに地震が発生して避難しなければならぬという時に、あなたは一体どのような避難をしますかということを調べました。津波の時は一斉に逃げろというのが大原則ですが、とはいっても、誰かをピックアップしないで避難するというのはなかなか簡単ではありません。そうすると、そのような行動がどのぐらい起こりえるのかということも事前に把握しておく必要があり、それについて分析しようとして調査をしました。調査結果を分析することにより、そもそも避難自体が行われるのか、避難先が安全かどうか、避難方法自身が適切かどうかということを事前に評価できることになります。

新幹線で東京と大阪を往復するときに、浜名湖の出口を新幹線が通ると、とても綺麗なのですが、ここをやられるとちょっと大変かなと思います。私は、通る度にそう思いますが、実際、浜名湖は津波によってできた湖といわれていて、一定のリスクがあると思います。この図（図6）は、このエリアにお住まいの方と津波の浸水の想定とをオーバーレイしたものです。赤のドットは、避難したと答えた人で、白のドットは避難しませんでしたと答えた人です。避難する必要のない場所の人が避難している場合もあるし、またその逆に避難しないといけな

住民の日常行動の調査



PP (Probe Person) 調査

- ・被験者の移動軌跡データ (GPSデータ) やトリップ情報データを収集する調査

生活時間調査

- ・典型的な一日の時間帯ごとの行動を尋ねる調査

災害時避難行動調査(SP)



- ・仮想的な災害状況の下で、被験者がどのような避難行動をとるかを尋ねる
- ・家族や知人等との相互作用を考慮

災害時避難行動分析

■分析内容

- ・想定した避難場所は安全か？
- ・避難方法は適切か？
- ・どのような避難行動が行われるか？
- ・適切な避難場所はどこか？
- ・・・等

■分析の特徴(メリット)

- ・災害発生状況(場所、時刻)に応じて変化する避難行動を把握可能
- ・個人の避難行動だけでなく、家族や知人等の相互作用を考慮した避難行動データが取得できるため、より現実に即した避難行動を把握可能
- ・被験者の想定する避難場所のリスクが分析でき、適切な防災対策(広報、避難場所配置)の評価が可能

図5 災害時避難行動の調査・分析イメージ

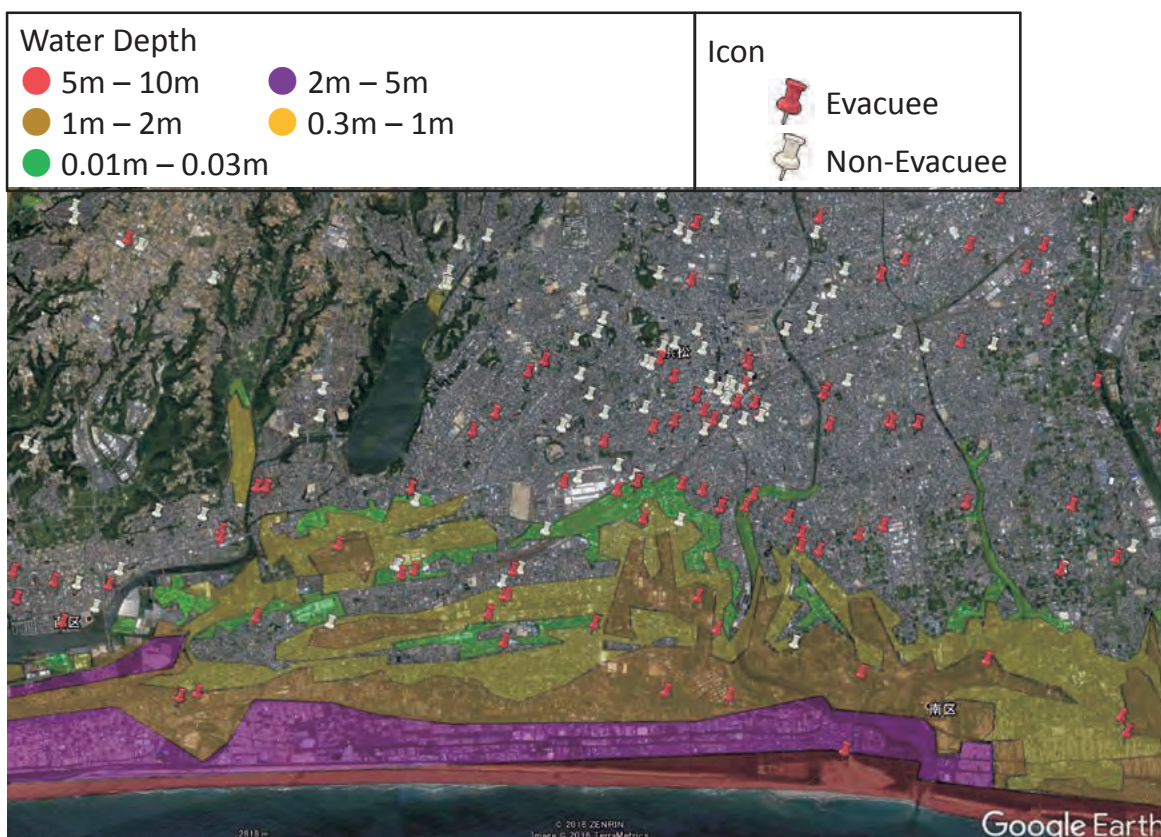


図6

域の方が避難していないケースもあります。避難する人々がどういう方向に行くか、誰かを迎えに行くような行動が出現するか、それを地図上に置いてみるということにも挑戦しています。

このように積極的に我々が調査をデザインして、その行動を調べるということのほかに、2次データとして得られた移動軌跡の分析も興味深い課題です。携帯やスマートフォンを持っていると、我々の位置データというのは自動的に吸い上げられています。積極的に行動調査はしていないが、結果的にそれがわかるということです。特に携帯アプリのGPSがONになっていると、その携帯の位置をアプリの提供者やキャリアが追跡可能です。もちろん個々のデータを開示することはできませんが、それをメッシュに集計することは可能です。たとえば、ドコモとゼンリンが扱っているデータでは、250m、500m、1kmというメッシュサイズで5分ごとに集計されています。これは、金沢大学の山口氏が集計してくれたもので、東京と石川で、北陸新幹線が開通したことによって、どのような効果が出たかということを分析するために使った一例です（図7）。

青い線は東京から石川へ移動した人、赤い線は、石川から東京へ移動した人です。北陸新幹線が整備されたのは実線の部分です。夏場には東京から石川に向けて北陸新幹線がなくても、前年の8月にはピークがありました。それが、新幹線開業後にどうなったかというのを示して

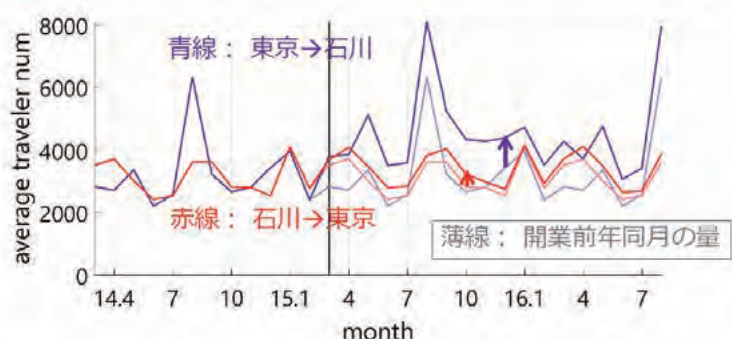
います。東京から石川に移動した人は5月の連休と夏場と秋が、対前年よりも上に上がっているということがわかります。それに対して、石川から東京に移動した人は、確かに前年度（薄い赤）よりは開業後（濃い赤）のほうが多いけれど、そんなに多くはない。東京から行く人は多いが、石川から東京へ行く人は多くはないといえます。もともとのマスの大きさもありますが、必ずしも対象性を持って移動しているわけではないということがわかります。それから、北陸新幹線の整備効果は、首都圏と北陸の間だけでなく、実は、近畿や中京圏にも出ているということがわかります。首都圏は当然利用者が増えていますが、それに付随して近畿や中京圏からのものも増えている。石川県としての旅行先としての価値評価が増加したのではないかと思います。そういう効果もデータを使って分析することができます。

さて、もう1つの違う種類のデータは、交通系ICカードのデータです。皆さんが普段使っている公共交通のICカードのデータを集めて分析すると、色んなことができます。ICカードのデータに関しては、事業者は顧客の長期間の利用の動向を分析して新しいサービスを提案するために使用したいけれど、分析のノウハウがない。我々のような交通研究者は、ICカードのデータを分析することによって長期間の交通行動の分析に繋がるので、データが提供されれば研究費を自前で出しても分析する価値

があると考えている。私が神戸大学にいた際に、近所の鉄道会社と一緒にICカードの分析をしました。関西のデータは圧倒的に東京より面白いところがあり、カードを持っている人の個人属性がひも付けされています。残念ながら分析結果はお示しできないのですが、非常に興味深い分析が可能です。

個人属性とは関係なく分析結果について一例を示します。ある1人の人が電車に乗って、ある駅で電車に乗り、ある駅で降りたという1回の移動をプロットすることを考えます（図8）。その人が駅に入った時刻と目的地に着いて駅から出た時刻は記録されているので、それを2次元座標に1つプロットします。そこに、その人が乗ったかもしれない電車を線

北陸新幹線の整備効果（東京 <-> 石川）



- 東京 -> 石川では、滞在人数が1000人/hレベルで増加
- 新幹線整備によりOD流動量が**非対称**に増加

2016/12/18 山口裕通(2016) 集計・携帯電話位置情報データを用いた移動行動リズムの研究。科研ワークショップ沖縄資料より

図7 北陸新幹線の整備効果

で引きます。その人が駅に入った時刻の直後に駅を出た電車が水平の実線で、その人が駅を出た時刻の直前に駅に到着した電車が垂直の実線です。これを実際のデータに適用してみました。ある駅で、普通電車が出発したが、それに乗るために、この辺りに分布する人は青の電車に乗った可能性があります。ターミナル駅では、その集団が駅を出た直前に駅に着いたのは特急なので、その人々は特急に乗り換えてターミナルに着いたのではないかということが推定できるわけです。こうやって色々な固まりができます。これがぶどうの房のように見えるので、ぶどうの房分析と呼んでいます。これをダイヤ改正の前後で比較しました。特急が停車するようダイヤを改正したのですが、特急に乗った後、そのままターミナルまで行く人が多数ですが、普通に乗って特急に乗り換える人々も残っていて、ダイヤ改正の前後でどのような利用の変化があったのかを追いかけることができました。

- ・ 利用者がある駅間を利用したとき、出発駅の入場時刻、到着駅の出場時刻をそれぞれ縦軸、横軸として時刻軸上にプロットする。
- ・ 点Pは、ある利用者の特定の駅間を移動したときの入場時刻、出場時刻を表している。

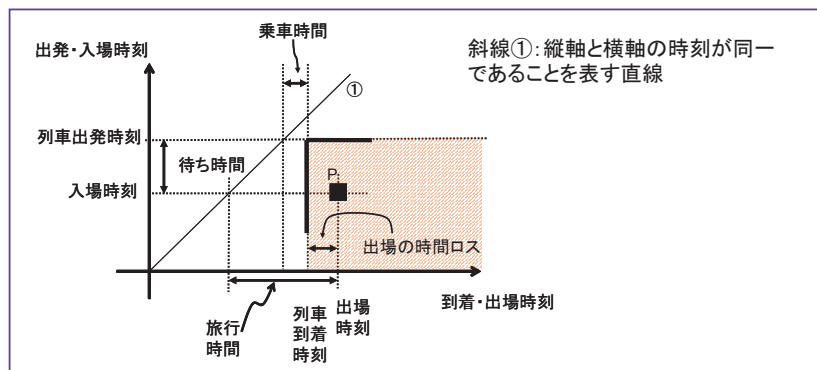


図8 改札通過時刻と列車ダイヤとの重合せ

流業者が車両運行管理のために取っているものがあります。これは、数万台オーダーの車を対象に、1秒間隔で、時刻や車両位置、速度、加速度、車種などが収集できているというデータです。

これは、プローブ車両の走行軌跡図（図9）で、場所は首都高速の3号渋谷線の下りです。縦軸の上の方が東京で下は郊外方向です。横軸は時刻です。1本1本の線がプローブの走行軌跡を表しています。もう少し時間の解像度を上げると斜めに線が見えますが、時間を詰めているので縦に1本の線にしか見えないかもしれません。傾きだけでは速度がわからないかもしれないので、速度の遅い所に青色をつけて、速度の速い所に赤い色をつけて示してみました。対象区間のちょうど真中あたりに

3 交通流の調査

次に車のデータです。車両のプローブデータには色々なデータがありますが、ETC 2.0のデータは国土交通省で収集されているし、商用車のプローブデータには、物

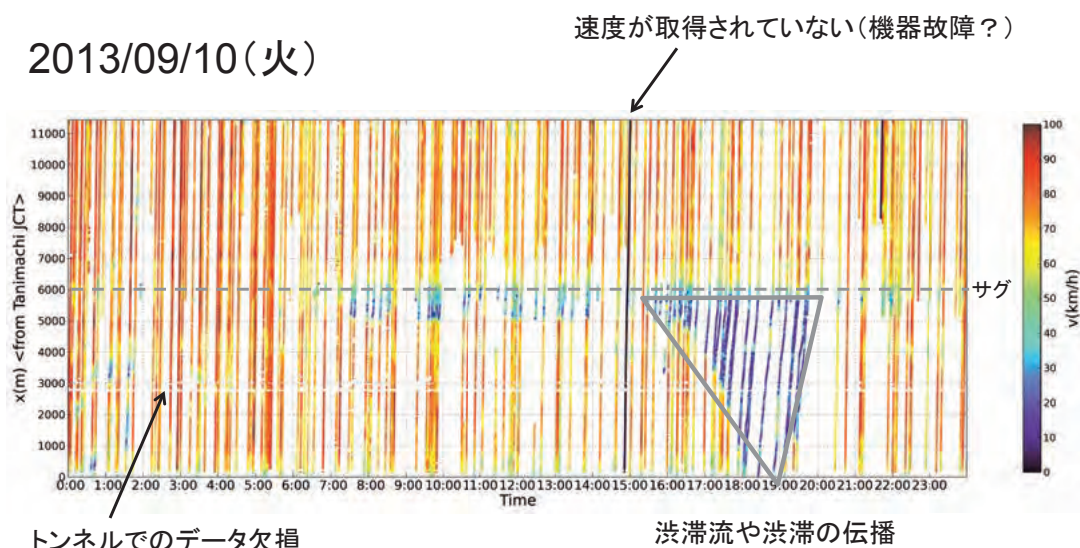
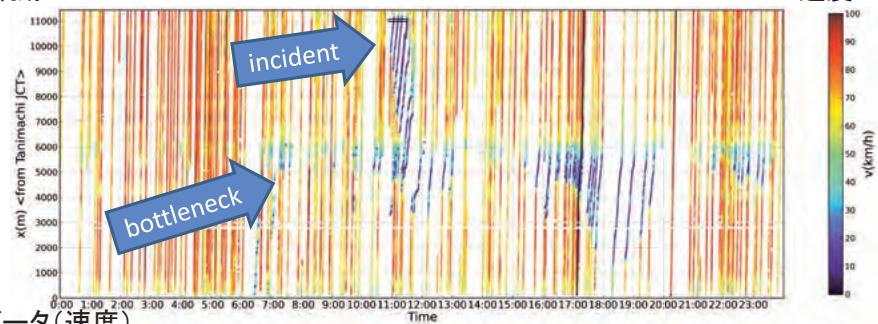


図9 プローブ車両の走行軌跡図

首都高速3号渋谷線下り, 2013年9月9日

プローブ車両軌跡



車両感知器データ(速度)



図 10 インシデント時の交通状態

大橋ジャンクションがあり、そこのサグを先頭に渋滞列が発生したり、夕方は渋滞が伸びていく状況を確認することができます。

プローブデータだけでもこのようなことがわかりますが、首都高速では車両感知器のデータも整備されているので、車両感知器データの速度をプロットするとこのような図(図10)になります。こちらは、白が速度が遅く、紫は速度が速いところを表しています。そうすると、ボトルネックで渋滞が3回起こっているほか、交通集中渋滞のほかにインシデントが発生し、ショックウェーブが伸びているのがわかります。これらをプローブで見ると、上の図のようになり、上下の図を比べると、概ね同じようなことが観測できているといえます。もちろんプローブの流入率にもよります。この時は、2分～5分に1台ぐらいのオーダーでプローブデータが取れていました。

プローブデータは、色々利用することができます。最も普通のプローブデータの使い方は、二地点間の旅行時間の計測と情報提供です。もうひとつは、インシデントの検出です。都市内高速のように車両感知器・車両検知器が非常に密度高く置かれているところでは、インシデントがあれば非常に速やかに検知出来る可能性がありますが、感知器・検知器が密に配置されていないところで、インシデントを早く検出することにトライしています。

インシデントが発生後に、その場所を最初に通過したプローブを見つけないわけでは、インシデントの影響が始めてから場所を推定すること自体は、それほど難しいのですが、早くみつけるのはなかなか難しいので、そのための方法を開発しているところです。

もうひとつは、交通状態推定です。これはある時刻まで観測データがあるときに、そこから先どうなるのかということを使う方法論としてはデータ同化です。観測とモデルを組み合わせることで交通状態の推定をしていく方法です。

今日説明するのは、特定の時間空間領域の信頼性評価にプローブデータを使うことです。まず、プローブデータの集計を説明するために、単路(一本道)をプローブ車両が動くときの移動軌跡を考えます。移動軌跡の図にある特定の時間空間領域を重ねます(図11)。ある区間を対象にある時間領域をとって、この時間空間領域の中の交通状態を観測されたプローブデータから作ります。領域の中を走った全てのプローブカーの領域内の移動距離と移動時間は観測データから取ることができるので、プローブの総走行距離と総旅行時間を基に速度を作り出すということです。

全ての車を観測出来たとしたら、この速度は全ての車

特定の時間・空間領域の交通状態を知るために、走行軌跡図に着目している時間・空間領域(以下では、時空間セルと呼ぶこともある)を重ねて、その領域内でプローブデータを集計する。

d_i プローブカー i の領域内移動距離
 t_i プローブカー i の領域内移動時間

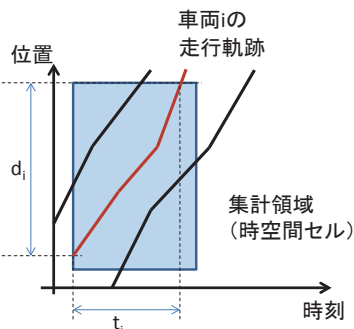


図 11 プローブの移動軌跡の集計：単路の場合

- 集計領域の時間の長さは任意。平均速度(V)や平均旅行時間($1/V$)はピーク時のみ、1時間単位、日単位など、任意の時間集計単位ごとに求められる。

- 単路区間でなくても、任意の集計領域(平面×時間の3次元の時空間セル)を移動したすべてのプローブカーの総移動距離と総移動時間から、領域の平均速度や平均旅行時間が得られる。

平均速度(V)
 $= \text{総走行距離}(D) / \text{総旅行時間}(T) \text{ (km/時間)}$

- 領域の速度(または旅行時間)の評価が可能

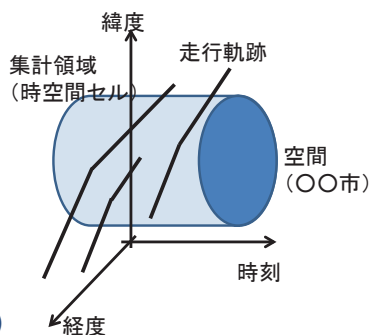
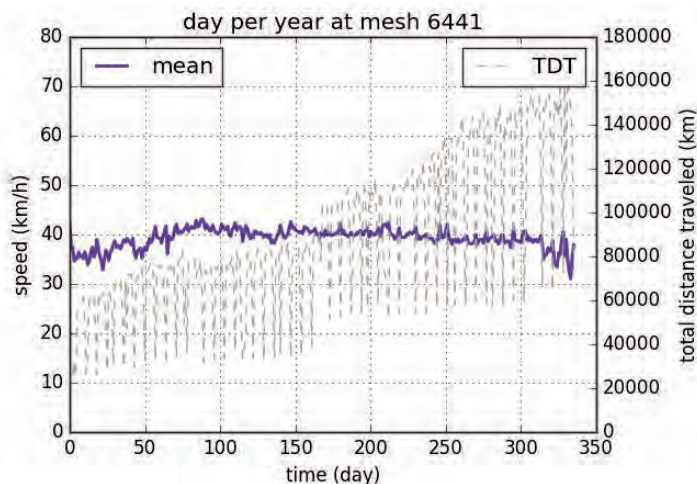


図 12 3次元セル（2次元平面×時間）での集計

札幌周辺1次メッシュ(#6441)



機器搭載車両数の増加に伴い、走行台キロは増加傾向。2014年初に比べ、年末は約3倍。走行エリアの変化(都心部からのデータが増加?)のためか、9月以降の平均速度は漸減。

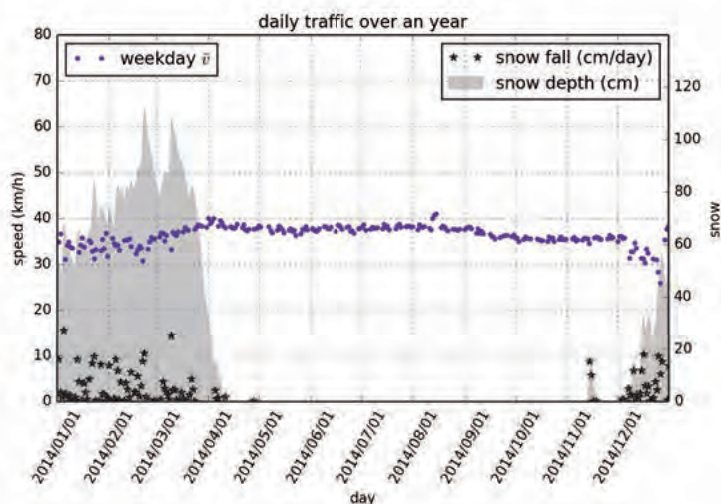
図 13 1日の平均速度、走行台キロの年間変化

の速度になるし、あるいは密度、および交通量も、この領域の交通属性を正確に表すものになります。プローブデータはサンプリングデータですが、プローブの速度と車全体の速度は概ね一致します。この速度を使ってこの領域の交通状態を評価しようということです。一方、密度と交通量はプローブデータが100%でない限りは、その領域の正しい値を代表することはできないので、注意が必要です。この考え方は、Edie, L.C. により1963年に提案されました。

もともと単路（一本道）の場合で考えられたものですが、一本道でなくとも面的に適用可能です。ある領域、つまり都市の空間の中を一定の時間のうちに通過したプローブの軌跡を集計することによって同じことが可能です。時間空間領域を通過するプローブの総移動距離と総旅行時間を割り算することによって、領域の中の交通の平均速度を作り出すことができます。そうすると、この領域の速度、もしくは、旅行時間の評価が可能になるということでもあります（図12）。

それを札幌エリアで調べてみました。札幌の周辺20kmのメッシュを取って、その中の速度の変化を調べました。年間365日のプローブ軌跡データをとって、各1日の平均速度を取ります。円柱の長さは1日で、円に相当するエリアは札幌というふうに見てください。そうすると、速度は時速40kmぐらいで推移していることがわかります（図13）。

秋と冬を比較するために、それぞれ特定の日について、5分ご



積雪期(12月～3月)は、非積雪期に比較して日平均速度が低く、日々の変動も大きい。
降雪量の多い日は、日平均速度が低下する。

図 14 降雪量・積雪量と日平均速度（平日）

との平均と標準偏差の変化を調べたものです。秋（10月1日）は深夜・早朝は45km、そのあと30kmぐらいに落ちて、夕方から夜にかけて速度回復していきます。冬（12月16日）は、40kmで走っていた速度が、朝に25kmぐらいに落ちて、一旦回復しますが、なかなかその後は回復していません。そういう日だったということです。

今度は、秋の1か月と冬の1か月で、日々どのように

1月～3月半ばまでは速度がばらついていきます。また、冬になると速度が急に落ちて行くということもわかります。

これを使って、時間信頼性の評価をしてみたいと思います。時間信頼性というのは速度の平均だけでなく、速度のばらつきを評価するということであり、この箱ひげ図（図15）は、真ん中に中央値、上と下に、1か月（30日間）の最大値と最小値を示したものです。当然、日変

- 1次メッシュの旅行時間=1/速度
- 1時間帯ごとの旅行時間(中央値, タイル値, 最大・最小値)の日変化
- 10月, 12月の平日のみ

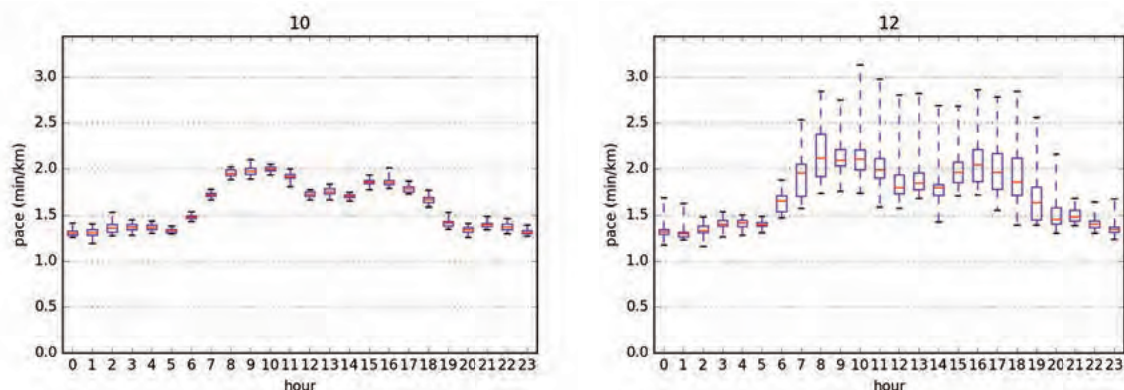
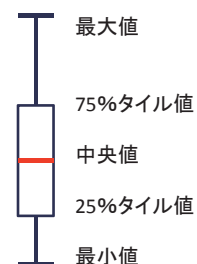


図 15 箱ひげ図による時間信頼性評価

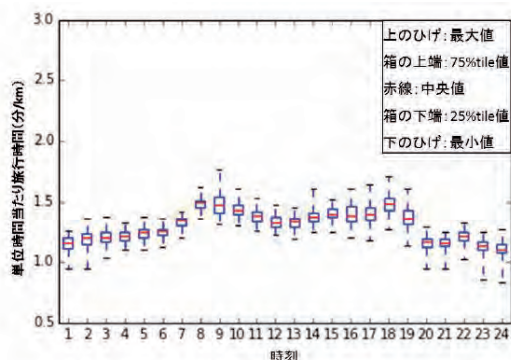


図-8 八王子市 箱ひげ図

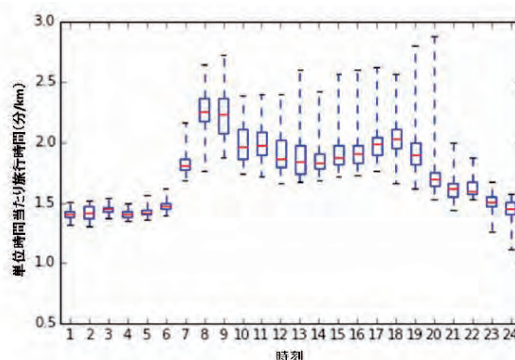


図-9 町田市 箱ひげ図

3か月間(2014年10月～12月)の平日のみ

出典：水口・日下部・福田・朝倉(2016) プローブデータを用いたエリアレベルでの旅行時間信頼性評価. 第54回土木計画学研究発表会, 長崎大学.

図 16 他地域の旅行時間信頼性との比較

動なので、朝から昼にかけて2こぶの山ができますが、あまりばらつきがないことがわかります。それに対して12月は幅広に広がっており、10月に比べて12月の時間信頼性がかなり低いということがみてとれます。

これだけだと、札幌は大変だねというだけですが、東京の八王子と町田の例を示します(図16)。町田は八王子に比べると、かなり暴れていて、町田の暴れ方は札幌の12月と同様です。このように、各都市・各地域ごとに、時間信頼性も様々なばらつきがあることがわかります。これらと、道路がきちんと整備されているか、あるいは、ネットワークがきちんと出来ているかということとは大いに関係があるかもしれません。この辺りをよく分析して道路インフラ整備の問題点を見つけないかというような応用も可能で、そのときには使える指標ではないかと思っています。

4 おわりに

今、色々な種類(移動系や定点系など)の多様なデータが収集されつつありますが、データを分析するためには、データサイエンスの方法論を使うことのできる人材が求められています。単にデータサイエンスに秀でてだけでなく、やはり、交通工学の視点からデータを解析できる人材を育成していく必要があると思います。それから、データを分析するだけでなく、データを収集・解析するためには当然理屈が必要です。その理屈もあわせて構築していく必要があります。これまではデータがなくてもある理論を組み立てて作ることができたわけですが、これだけ大量のデータがあれば、そのデータに基づいて新しい理論や手法が発展する可能性が交通工学の分野では非常に大きいと思います。そこについても、これから我々が研究を進めていく必要があると思いますし、実務の方々と大学等が連携する価値が高いと思うので、是非一緒に、分析・研究が出来たらと思っています。

以上で発表を終わります。ご清聴ありがとうございました。

自転車駐車場における キャッシュレス化に関する調査研究

松澤 祐子

調査部

商品購入やサービス利用の対価として金銭のやり取りが発生するが、ここ数年では、情報通信技術や機器の発達とともに多様化が進み、現金を用いず、クレジットカードや電子マネー等を利用した金銭のやり取り、いわゆるキャッシュレス決済が拡大してきている。

現在の自転車駐車場利用の決済は、主に現金であることから、今後、キャッシュレス化を進めることによって、一時利用のスムーズな入退場の実現や、定期利用の更新制限の緩和といった利用者の利便性の向上に資する施設となる。また、運営管理の側面からは、現金の取扱いが減ることで、管理業務の改善やリスクの軽減を図ることが可能となる。これらのことから、自転車駐車場におけるキャッシュレス化へ向けた調査として、利用者の意向調査を実施し、現金以外の決済手段の多様化の状況及び技術面からの適用性の検討を行った。さらに、これらの調査を踏まえ、運用に向けての課題と対応策についてのとりまとめを行った。

はじめに

利用者の視点から自転車駐車場の利用を見てみると、一時利用の場合には、利用料金が12時間で100円など少額の場合が多く、小銭の用意や両替が必要となり、入退場がスムーズに行えない場合がある。また、定期利用の場合には、定期券の有効期限を迎える前に期限の延長手続き、いわゆる更新手続きをする必要があるが、その期間や時間に一定の制約があることが多い。一方で、自転車駐車場の運営管理の視点からは、利用者から徴収し

た現金や釣銭が蓄積されており、防犯上のリスク等が存在する。

これらの利用者及び運営管理の課題を解決するひとつの方策として、現金による料金収受の縮小につながるキャッシュレス化が有効であると考えられ、キャッシュレス化に関する利用者の意向調査を実施するとともに、現金以外の決済手段の多様化の状況及び技術面からの適用性の検討を行った。さらに、これらの調査を踏まえ、運用に向けての課題と対応策についてのとりまとめを行った。

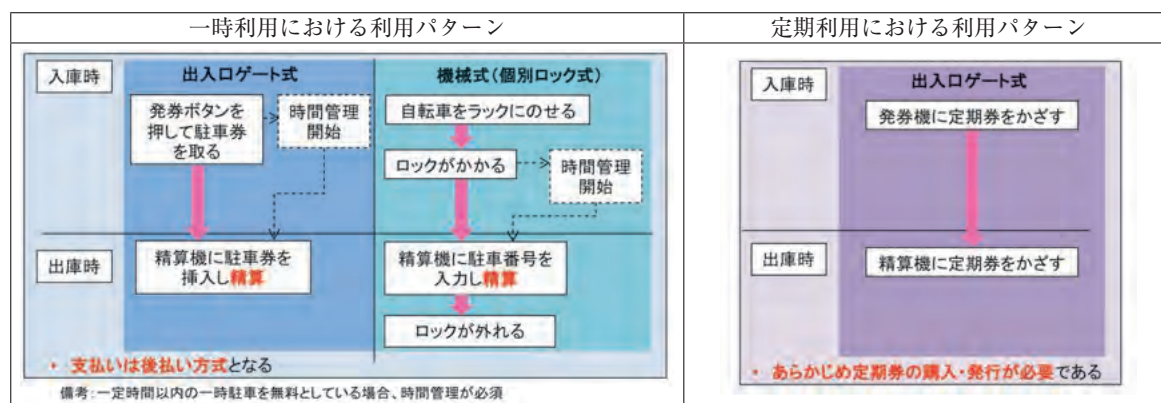


図1 一時利用及び定期利用における利用パターンの例

2 キャッシュレス化に関する 利用者の意向調査

一時利用者は、利用時毎に数百円単位の少額決済となる。一方で、定期利用者は、例えば6ヶ月の更新を選択した場合には、数千円を超える決済となり、取扱金額が異なる。また、キャッシュレス化の導入にあたっては、既存の技術で対応できるとともに、多くの利用が見込まれるよう、広く社会に普及している決済手段が望ましい。

わが国では、電子マネー（交通系（Suica/PASMO など）・流通系（Edy、nanaco など））、クレジットカード、デビットカードの4種類の普及が進んでいることから、一時利用・定期利用それぞれの利用に対し、多くの利用が見込める決済手段の分析及び利用拡大へ向けた検討を行うため、日常的に自転車駐車場を利用している者を対象としたアンケート調査を実施した（アンケートリサーチ会社のモニタ会員、1,032人より有効回答）。

なお、本調査における分析においては、一時利用者及び定期利用者を対象としたキャッシュレス化の可能性について検討を行う観点から、主として、一時利用のキャッシュレス化の可能性の検討については、「一時利用のみを利用している」511人、定期利用のキャッシュレス化の可能性の検討については「定期利用のみを利用している」と回答した362人を対象とすることとした。

1-1 一時利用のキャッシュレス化について

（1）利用が見込まれる決済手段について

①各決済の利用状況

日常的に利用している支払い手段を調査したところ、電子マネー（交通系）を「よく使う」、「時々使う」と回答した者は、291人（約57%）、クレジットカードを「よく使う」、「時々使う」と回答した者は、305人（約60%）であった。このことから、一時利用のキャッシュレス化において、利用が見込まれる決済手段は、電子マネー（交通系）とクレジットカードであるといえる。一方で、今後利用したい支払方法を調査したところ、「今後できれば利用したい支払方法」を電子マネー（交通系）と回答した者が最も多く、94.5%（483人）であり、クレジットカードと回答した者も、68.1%（348人）と多かった。一時利用の場合にはスピーディーな決済が求められるが、

クレジットカード決済では、その処理時間が課題となる。したがって、一時利用のキャッシュレス化のツールとしては、電子マネー（交通系）が有効である。

また、電子マネー（交通系）を利用する場合、利用額以上のチャージが必要である。そのため、一時利用のみを利用していると回答した者で、日常的な買い物等で電子マネーを利用している／将来的に使ってみたいと思っている者（n=468）を対象として、電子マネーのチャージ金額及び1回の支払いに抵抗なく利用できる金額について調査した（将来的に使ってみたいと思っていると回答した人は、想像で回答を得ている）。普段のチャージ金額について、「10円～1,000円」と回答した者が14.5%であったことから、一日の利用料金の数百円に満たない層もいると思われるが、自転車駐車場において概ね支払い可能な金額がチャージされているとともに、一時利用の料金は概ね抵抗なく利用できることがわかった。

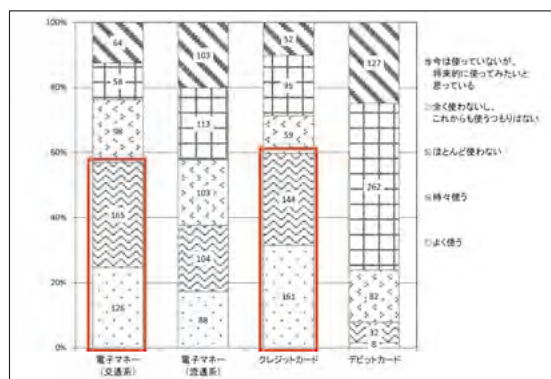


図2 一時利用のみを利用していると回答した者 (n=511) における日常的に利用している決済手段

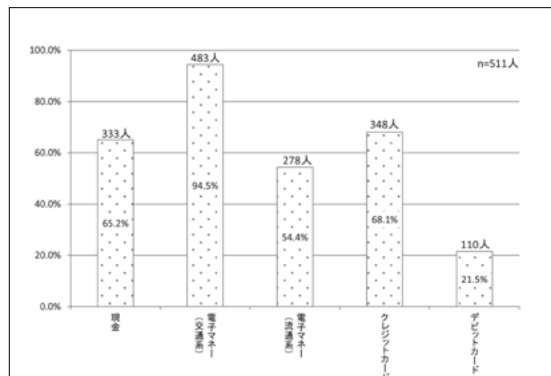


図3 一時利用のみを利用していると回答した者 (n=511) における有料自転車駐車場において今後できれば利用したい支払方法 (複数回答)

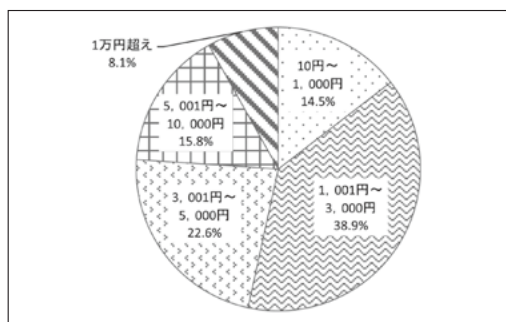


図4 一時利用のみを利用していると回答した者で、日常的な買い物等で電子マネーを利用している／将来的に使ってみたいと思っている者 (n=468) における普段のチャージ金額

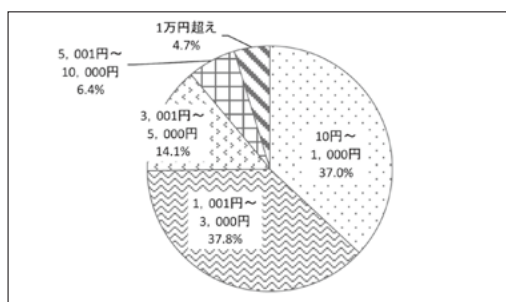
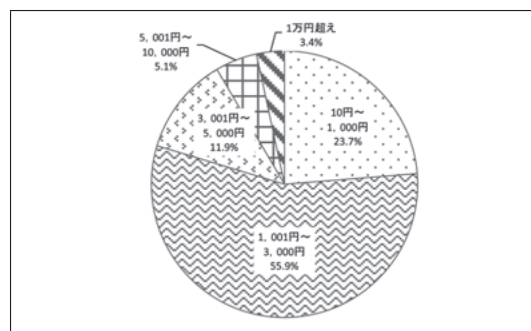


図5 一時利用のみを利用していると回答した者で、日常的な買い物等で電子マネーを利用している／将来的に使ってみたいと思っている者 (n=468) における1回の支払いに抵抗なく利用できる金額

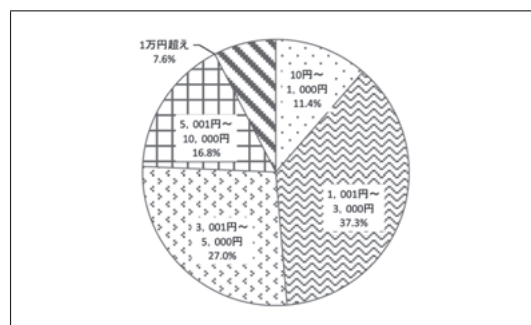
②特定のユーザ層に対する配慮の必要性の検討

電子マネー（交通系）を利用する場合、あらかじめ当該ICカードへの入金（チャージ）が必要である。自転車駐車場は、通学時に利用されることも多く、特に高校生等の若年層においては、チャージ不足が懸念されることから、普段のチャージ金額について調査した。

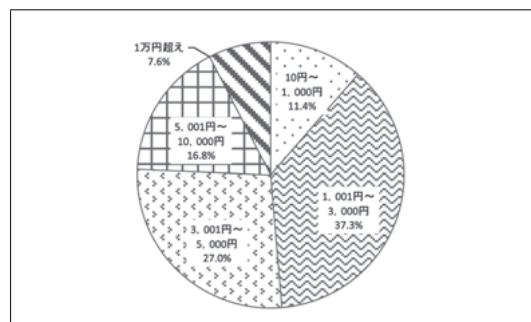
学生（高校生、高専生、専門学校生、短大生、大学生、大学院生）においては、チャージ金額が10円～1,000円が23.7%、1,001円～3,000円が55.9%であり、会社員及び専業主婦（主夫）と比べて、チャージの金額が低くなっていた。一時利用の場合の一日の利用料金は12時間100円など、数百円となるが、それを下回っている可能性のある10円～1,000円の層は、会社員では11.4%、専業主婦（主夫）では13%となっていることから、いずれの層においてもチャージ残高不足が懸念される。したがって、現金精算も（一部）残す必要がある。なお、現金精算を（一部）残すことは、電子マネーを忘れた利用者への対応にもなる。



学生（高校生、高専生、専門学校生、短大生、大学生、大学院生）(n=59)



会社員 (n=370)



専業主婦（主夫）(n=115)

図6 一時利用のみを利用していると回答した者及び定期利用のみを利用していると回答した者で、日常的な買い物等で電子マネーを利用している／将来的に使ってみたいと思っている者のうち、特定のユーザ層 (n=544) における普段のチャージ金額

③地域特性の把握と対応

電子マネーの普及状況や商習慣などから、電子マネーの利用には地域差がある可能性がある。この地域差の有無について分析した。一時利用のみを利用していると回答した者 (n=511) で、電子マネー（交通系）を、「よく使う」、「ときどき使う」と回答した者は首都圏で71.2%、中部圏で50.0%、近畿圏で39.9%であった。一方、「ほとんど使わない」、「全く使わないし、これからも使うつもりがない」と回答した者は、首都圏で20.5%、中

部圏で 34.1%、近畿圏で 42.8% であった。

したがって、首都圏では電子マネーが普及しており、自転車駐車場での活用も十分可能と考えられる。ただし、「今は使っていないが、将来的に使ってみたいと思っている」と回答した者が、中部圏で 15.9%、近畿圏で 17.2% であったことから、中部圏、近畿圏においても、将来的な普及がある程度期待できる。

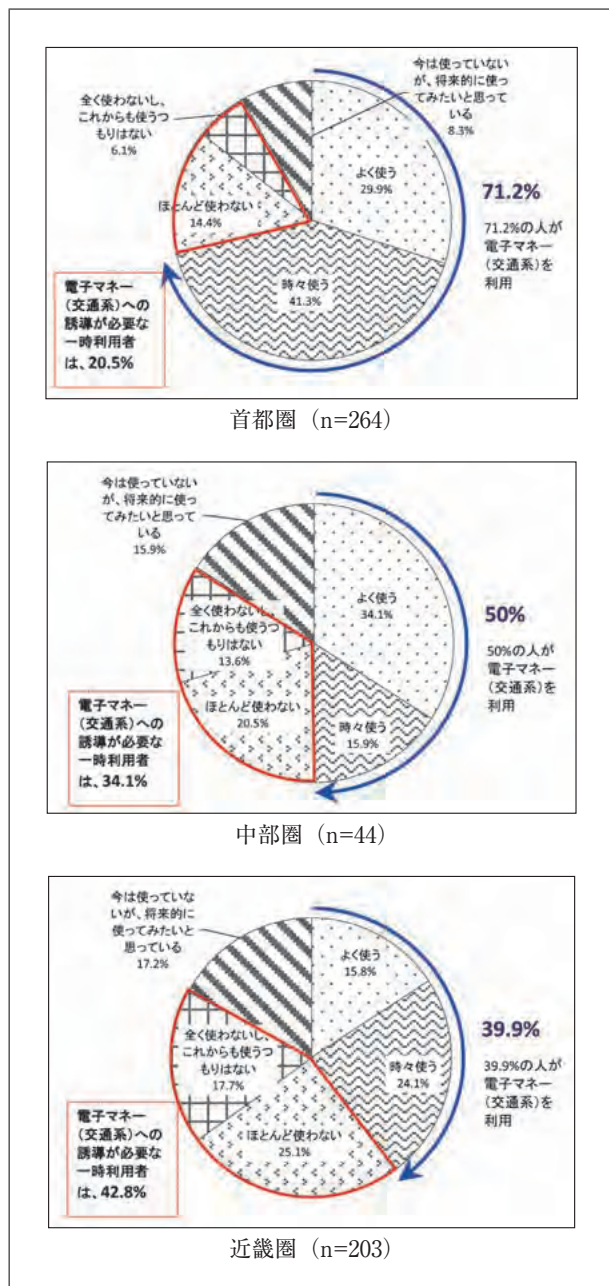


図7 一時利用のみを利用していると回答した者 (n=511) における地域別の電子マネー（交通系）の日常的な利用状況

(2) 利用拡大に向けた検討

自転車駐車場に電子マネー（交通系）決済が導入されれば、電子マネー（交通系）を日常的に利用している利用者は、抵抗なく利用すると推測できる。しかしながら、一時利用のみを利用していると回答した者 (n=511) で、電子マネー（交通系）を、「ほとんど使わない」、「全く使わないし、これからも使うつもりがない」と回答した 30.6% の利用者については、利便性が向上したからといって利用するとは限らない。そのため、インセンティブを付与することで、電子マネー（交通系）への利用意向がどのように変化するかを調査した。

<料金面でのインセンティブ>

- ・料金が安くなる
- ・無料時間が延長される
- ・一定の利用回数ごとに無料になる
(あるいは割引される)

<ポイント付与でのインセンティブ>

- ・電子マネーで利用料金を支払うと、電子マネーのポイントが付与される

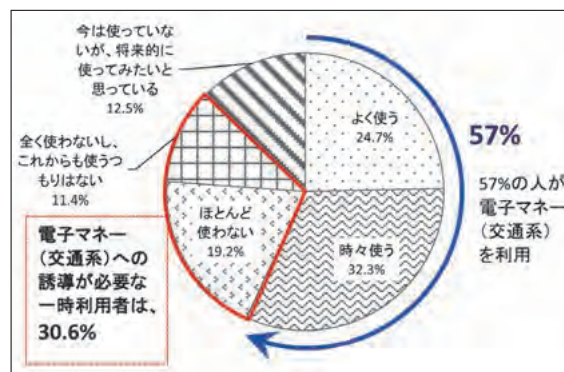


図8 一時利用のみを利用していると回答した者 (n=511) における電子マネー（交通系）の日常的な利用状況

①インセンティブの効果

料金面でのインセンティブに関してみると、電子マネーでの支払いが可能である場合の利用意向が68.9%であるのに対し、料金が安くなる場合の利用意向は89.7%となり、電子マネーでの支払いを可能とする場合の利用意向より約21ポイント上昇した。また、無料時間が延長される場合の利用意向は84.1%、一定の利用回数ごとに無料になる（あるいは割引される）場合の利用意向は83.9%となり、電子マネーでの支払いを可能とする場合の利用意向より約15ポイント上昇した。一方、ポイント付与でのインセンティブに関してみると、電子マネーのポイントが付く場合の利用意向は78.3%であり、約9ポイント上昇した。このことから、料金に関連したインセンティブの付与は、利用意向を上昇させる効果があり、利用拡大を目指す場合には、料金に関連したインセンティブの付与が効果的であることがわかる。

②地域特性の把握と対応

インセンティブについて、地域によってその効果の大きさが異なる可能性がある。電子マネー（交通系）の利用を想定した各地域におけるインセンティブの各内容に対する反応について、アンケートから分析した。料金面でのインセンティブについて、料金が安くなる場合の利用意向は、首都圏が約15ポイント上昇し、利用したい層は95.1%となった。中部圏が約20ポイント、近畿圏が約25ポイント上昇し、これらも利用したい層はそれぞれ90.9%、91.6%に達した。無料時間が延長される場合の利用意向は、首都圏が約13ポイント、中部圏が約11ポイント、近畿圏が約21ポイント上昇し、利用したい層は、それぞれ92.8%、81.8%、87.7%となった。一定の利用回数ごとに無料になる（あるいは割引される）場合の利用意向は、首都圏が約11ポイント、中部圏が9ポイント、近畿圏が約21ポイント上昇し、利用したい層は、それぞれ90.5%、79.5%、88.2%となった。無料時間が延長される場合と一定の利用回数ごとに無料になる（あるいは割引される）場合の利用意向では、首都圏、近畿圏で利用したい層は90%前後に達したが、中部圏では80%前後に留まった。ポイントが付く場合の利用意向は、首都圏が約7ポイント、中部圏が9ポイント、近畿圏が約15ポイント上昇した。これらのことから、直接的な料金反映（割引）が、地域を問わず効果的と考えられる。

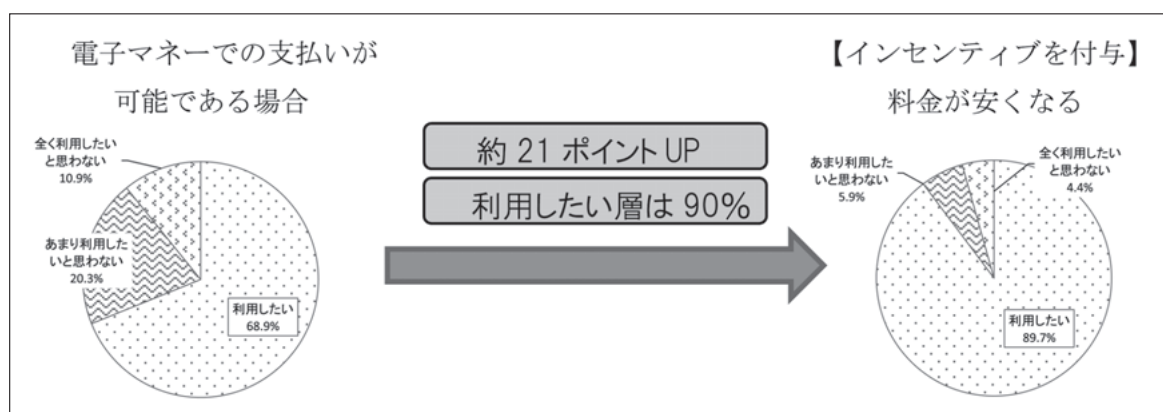


図9 すべての回答者（n=1032）における料金面でのインセンティブ（電子マネー）

1-2 定期利用のキャッシュレス化について

(1) 利用が見込まれる決済手段について

①各決済の利用状況

定期利用の有料自転車駐車場を利用している者(n=362)を対象とし、日常的に利用している決済手段を調査したところ、電子マネー(交通系)を「よく使う」、「時々使う」と回答した者は、203人(約56%)であった。クレジットカードを「よく使う」、「時々使う」と回答した者は、243人(約67%)であった。このことから、定期利用のキャッシュレス化において、利用者の利用が見込まれる決済手段は、電子マネー(交通系)とクレジットカードであるといえる。

今後利用したい支払方法について調査したところ、「今後できれば利用したい支払方法」を電子マネー(交通系)とする回答は32.3%(117人)であり、一時利用において利用したい決済手段と比較すると、その割合は低くなった。一方で、現金が60.2%(218人)と最も高く、次いで、クレジットカードが42.8%(155人)となった。一時利用のキャッシュレス化のツールとしては、電子マネー(交通系)の利用意向が高かったのに対し、定期利用では、クレジットカードの利用意向が高いことが確認できた。

自転車駐車場の定期利用料金については、ある自転車駐車場では市内居住者が一般利用する場合、1ヶ月1,500円、3ヶ月4,300円、6ヶ月8,300円であり、電子マネー(交通系)を利用するとした場合には、利用額以上のチャージが必要である。そこで、電子マネーのチャージ金額及び1回の支払いに抵抗なく利用できる金額について調査した(将来的に使ってみたいと思っていると回答した人は、想像で回答を得ている)ところ、普段のチャージ金額について、1,001円～3,000円が42.1%と最も多かった。3ヶ月定期券を購入できる金額となる3,001円以上をチャージしている者は45.8%となり、半数に届かないことから、多くの利用者でのチャージ不足が懸念される。また、1回の支払いに抵抗なく利用できる金額に、3,001円以上と回答した者は、21.8%に留まっている。

したがって、定期利用の料金設定を踏まえれば、主に少額決済に利用される傾向にある電子マネー(交通系)よりも、クレジットカードが有効である。

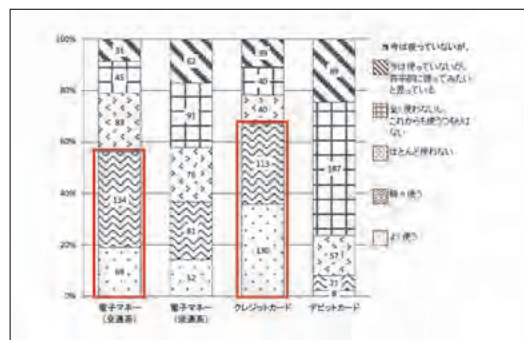


図10 定期利用のみを利用していると回答した者(n=362)における日常的に利用している決済手段

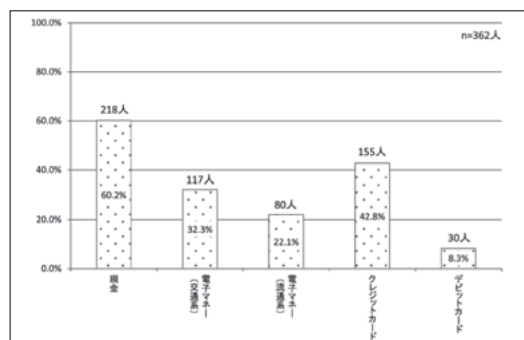


図11 定期利用のみを利用していると回答した者(n=362)における有料自転車駐車場において今後できれば利用したい支払方法(複数回答)

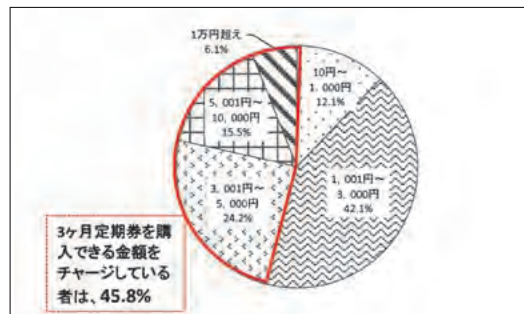


図12 定期利用のみを利用していると回答した者で、日常的な買い物等で電子マネーを利用している/将来的に使ってみたいと思っている者(n=330)における普段のチャージ金額

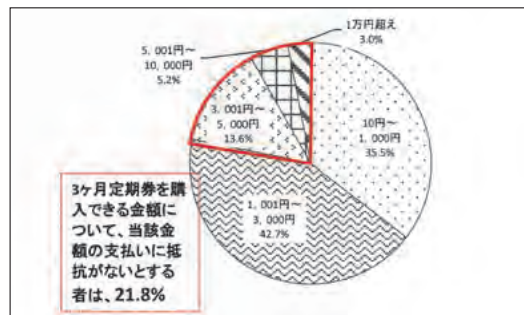


図13 定期利用のみを利用していると回答した者で、日常的な買い物等で電子マネーを利用している/将来的に使ってみたいと思っている者(n=330)における1回の支払いに抵抗なく利用できる金額

②特定のユーザ層に対する配慮の必要性

クレジットカードは信用取引となるので、利用に抵抗がある人がいるほか、クレジットカード発行時には年齢や年収などの支払い能力が審査され、利用するためのハードルが少なからず存在する。また、申込者が未成年である場合には、保護者の同意書が必要な場合もあり、特に高校生はカードを作ることができない。このことから、特に、通学時に自転車駐車場を利用する高校生等の若年層においては、クレジットカードを有していない層の存在が懸念される。そこで、日常的な買い物の支払いにおけるクレジットカード利用について調査した。学生（高校生、高専生、専門学校生、短大生、大学生、大学院生）においては、クレジットカードを「よく使う」「時々使う」と回答した者が30.8%と低かった。会社員では67.1%、専業主婦（主夫）では66.2%であり、6割強の利用者の利用が見込める。しかしながら、会社員及び専業主婦（主夫）の約12～13%は「全く使わないし、これからも使うつもりはない」と回答していることから、現金精算も（一部）残す必要がある。現金精算を（一部）残すことは、クレジットカードを持たない利用者及び忘れた利用者への対応にもなる。

③地域特性の把握と対応

クレジットカードの利用にあたっては、商習慣や信用取引に対する意識などから地域差がある可能性がある。この地域差の有無について分析した。定期利用のみを利用していると回答した者（n=362）で、クレジットカードを、「よく使う」「ときどき使う」と回答した者は、首都圏で65.2%、中部圏で70.5%、近畿圏で68.6%であった。一方、「ほとんど使わない」「全く使わないし、これからも使うつもりがない」と回答した者は、首都圏で23.4%、中部圏で25%、近畿圏で19.6%であった。これらのことから、クレジットカードの利用状況について、地域特性となるような大きな差は確認できなかった。

（2）利用拡大に向けた検討

自転車駐車場にクレジットカード・デビットカード決済が導入されれば、クレジットカード・デビットカードを日常的に利用している利用者は、抵抗なく利用すると推測できる。しかしながら、定期利用のみを利用していると

回答した者（n=362）で、クレジットカードを「ほとんど使わない」「全く使わないし、これからも使うつもりがない」と回答した22%の利用者については、利便性が向上したからといって利用するとは限らない。そのため、インセンティブを付与することで、クレジットカード・デビットカードへの利用意向がどのように変化するかを調査した。

＜料金面でのインセンティブ＞

・料金が安くなる

＜ポイント付与等でのインセンティブ＞

・定期券の購入可能な時間帯が拡大される

（例：早朝、深夜なども購入できるようになる）

・定期券の購入可能な期間が拡大される

（例：現金の場合は、定期が切れる10日前からしか継続購入できない⇒クレジットカード・デビットカードの場合は30日前から継続購入できる）

・クレジットカード・デビットカードで利用料金を支払うと、クレジットカード・デビットカードのポイントが付与される

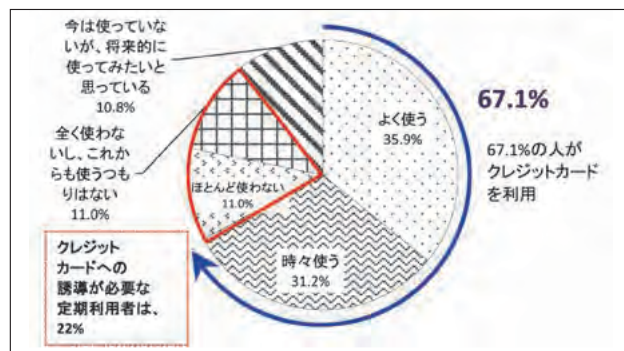


図14 定期利用のみを利用していると回答した者（n=362）におけるクレジットカードの日常的な利用状況

①インセンティブの効果

料金面でのインセンティブについて、クレジットカード・デビットカードでの支払いが可能である場合の利用意向は54.2%であるが、料金が安くなる場合の利用意向は68.9%であり、クレジットカード・デビットカードでの支払いを可能とする場合の利用意向より約15ポイント上昇した。一方、ポイント付与等でのインセンティブについて、クレジットカード・デビットカードのポイントが付く場合の利用意向は61.2%であり、7ポイント上昇したが、定期券の購入可能な時間帯が拡大される場合の利用意向は58.3%、定期券の購入可能な期間が拡大さ

れる場合の利用意向は 57.1% であり、5 ポイント未満の上昇に留まった。

これらのことから、料金に関連したインセンティブの付与は、利用意向を上昇させる効果があり、利用拡大を目指す場合には、料金に関連したインセンティブの付与が効果的であることがわかる。

②地域特性の把握と対応

インセンティブについて、地域によってその効果の大きさが異なる可能性がある。クレジットカード・デビットカードの利用を想定した各地域におけるインセンティブの各内容に対する反応について、アンケートから分析した。

料金面でのインセンティブについて、料金が安くなる場合の利用意向は、首都圏が約 20 ポイント、中部圏が約 11 ポイント、近畿圏が約 11 ポイント上昇し、利用意向はそれぞれ 80.6%、77.3%、75.5% に達した。利用意向がより多く増加する地域は首都圏であり、インセンティブの付与による効果が高いと考えられる。

一方、ポイント付与等でのインセンティブについて、ポイントが付く場合の利用意向は、首都圏のみが約 10

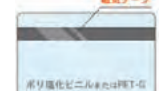
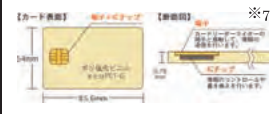
ポイント上昇し、71.4% に達した。定期券の購入可能な時間帯が拡大される場合や定期券の購入可能な期間が拡大される場合の利用意向については、首都圏のみでそれぞれ約 6 ポイント、約 9 ポイントの上昇となり、利用意向はそれぞれ 67.4%、69.7% に達した。

これらのことから、料金面でインセンティブが発生する場合、利用意向がより多く増加する地域は首都圏であり、インセンティブの付与による効果が高いと考えられる。また、ポイントの付与や、購入可能時間帯及び購入可能期間の拡大の場合においても、効果が上がるのは首都圏であることがわかる。

3 キャッシュレス化で用いられる主な決済手段

近年、従来型のプラスチックカードを媒体としないものなど、現金以外の決済手段の多様化が見受けられる。このため、国内外で用いられている現金以外の主な決済手段について種類や用途についての調査を実施した。

表 1 現金以外の主な決済手段一覧

技術分類（方式分類）	用途分類	サービス例 ^{※1}
磁気カード 	プリペイドカード	テレホンカード、回数券カード
	クレジットカード	VISA、JCB
	デビットカード	各種銀行系
	会員カード	各種
接触式 IC カード 	クレジットカード	各種クレジットカードサービス
	デビットカード	各種銀行系サービス
	会員カード	ETC カード、事業者による各種個別サービス
NFC ^{※2} （非接触式 IC カード） （スマートフォン内蔵含む） 	Type A	会員カード ^{※4} Taspo
	Type B	会員カード ^{※4} 住民基本台帳カード
	Type F (FeliCa ^{※3})	プリペイドカード 交通系 IC カード (Suica、PASMO)
		流通系 IC カード (WAON、nanaco、Edy)
		交通系 IC カード (PiTaPa ^{※5})
スマホ決済 ^{※6}	スマートフォンに QR コード表示	LINE Pay、楽天ペイ
	スマートフォンで QR コード読取	Alipay (中国)
仮想通貨 (PC アプリ、スマートフォンアプリ)		ビットコイン

※1 一例を簡略化して記載。また、各サービスの登録商標に関する記載は省略した

※2 NFC : Near Field Communication (近距離無線通信技術)

※3 FeliCa は、ソニー株式会社の登録商標

※4 身分証明書のものであるが、決済用途でないため大きくして会員カードとした

※5 PiTaPa は、関西私鉄の運賃支払い以外ではプリペイドカードとして利用可能

※6 スマホ決済：正しくはスマートフォン決済であるが、広く認知されている略称で記載

※7 磁気カード、接触式 IC カード、NFC(非接触式 IC カード)のイラストは、三和ニューテック株式会社のホームページ (http://www.sanwa-newtec.co.jp/products/t_card_step1.html) から一部引用した

4 技術面からの適用性の検討

アンケート調査の結果より、一時利用では交通系 IC カード、定期利用の更新手続きではクレジットカードの活用が、キャッシュレス化に効果があるものとなった。そこで、一時利用と定期利用それぞれについて、これら技術の自転車駐車場への適用性について技術面から検討した。

4-1 一時利用における決済手段の技術的要件

一時利用では、特に入場、退場時の処理時間が短いことが求められ、また、運営上においては、係員による確認作業は不要で、システムで自動管理できることが望ましい。アンケート調査からは、一時利用向けとしては、交通系 IC カードがキャッシュレス化に効果が見込めるという分析となった。交通系 IC カードは NFC に含まれ、このため、交通系 IC カードは一時利用としては技術面とユーザ視点による期待される効果の両面で条件を満たしていることとなる。クレジットカードに関しては、少額決済を対象にしたサインレス化が進んでいる。これは、スーパーマーケットやコンビニエンスストアでのレジ処理時間短縮を主たる目的として運用されている。自転車駐車場においても、一時利用の様な少額決済で利用できる可能性がある。しかし、NFC と異なり、カードをカードリーダーに挿入する操作は不可欠であることから、NFC に対し時間短縮効果、ユーザの操作性で劣る面がある。

4-2 定期利用における決済手段の技術的要件

定期利用の更新手続きにおいては、一時利用と異なり手続きに迅速性が強く求められるものではない。したがって、磁気カード、接触式 IC カードの利用が可能となる。磁気カードあるいは接触式 IC カードを用いた決済手段の代表例はクレジットカードあるいはデビットカードである。定期券更新における決済金額を考慮すると、交通系 IC カード、流通系 IC カード等の NFC が利用できる範囲は限定的であることを踏まえ、定期利用における決済手段として磁気カードあるいは接触式 IC カードによるクレジットカードあるいはデビットカードが適していることとなる。また、クレジットカード、デビットカードは Web 決済でも広く使用されており、更新方法の拡大にも対応可能となる。一方、クレジットカードや銀行口座に紐づけたスマホ決済については、利用者が店舗側に QR コードを表示する方式と、利用者が店舗側の QR コードを読み取る方式がある。表示する方式については、利用者がスマホアプリに金額等を入力し、ユーザ ID、支払金額等の決済情報の含まれる QR コードを店舗のリーダーで読み取る仕組みとなるため、係員等の目視確認は不要となる。他方、利用者が店舗の QR コードを読み取る方式については、利用者がスマホアプリで店舗にある QR コードを読み取り、金額等を入力して決済をする方式である。この方式の場合、店舗側での読み取りが行われないことから、決済完了の確認は係員等の目視が必要となる。定期券更新時には更新機による手続きを可能とするため、係員による確認を不要とすることが望まれる。したがって、スマホに QR コードを表示する方法は対応可能となるが、スマホで QR コードを読み取る方式については不適切となる。



図 15 スマホ決済の運用イメージ

表 2 技術面からの決済手段のまとめ

技術分類		一時利用	定期利用
磁気カード		△ (処理時間大)	○
接触式 IC カード		△ (処理時間大)	○
NFC (非接触式 IC カード)		○	○ プリペイド方式の場合はチャージ金額の制約を受ける
スマホ決済	スマートフォンに QR コード表示	× (処理時間多大)	○
	スマートフォンで QR コード読取	× (処理時間多大)	×

5 運用に向けての課題と対応策

5-1 一時利用のキャッシュレス化

料金割引等のインセンティブがなくても約 7 割が電子マネーの利用意向を示したことから、一時利用の料金精算機を電子マネー（交通系）対応とするだけでも、一定の効果が見込まれる。一方で、電子マネー（交通系）の利用拡大のためには、インセンティブとして料金を下げることが最も効果が見込まれるものの、運営収支にも影響を与えるため、無料時間の延長、利用回数ごとの無料・割引、電子マネーのポイントの付与といった直接的に料金を下げない方式による運営も選択肢になりうる。また、電子マネー（交通系）での料金徴収の場合、釣銭の用意が不要であることから、1 円単位、10 円単位や、% 単位の値引きも選択肢になりうる。さらに、利用可能時間を変更することで、電子マネー利用のインセンティブとすることも考えられる（現金精算の場合は 1 時間 100 円、電子マネー精算の場合は 1 時間 10 分毎に 100 円とするなど）。

なお、電子マネーの利用状況には地域差がみられることから、まずは首都圏での導入が効果的であると考えられるが、中部圏、近畿圏についても、将来的には保有率の増加が見込まれることから、今後の動向を見ながら導入を図ることが望ましい。

5-2 定期利用のキャッシュレス化

料金割引等のインセンティブがなくても 5 割強がクレジットカード・デビットカードの利用意向を示していることから、定期利用の料金精算機をクレジットカード対応とするだけでも、キャッシュレス化に向けた一定の効

果が見込まれる。一方で、クレジットカード利用拡大のためには、利用料金の割引が効果的ではあるものの、運営収支にも与える影響は大きい。したがって、収支に影響を与えないことを前提に考えれば、購入可能時間帯の拡大や購入可能期間の拡大は、一定の効果が見込まれる上、利用者の利便性の向上にも資するものとなる。また、クレジットカード決済に関しては、定期更新機だけでなく、Web 上で初期登録から決済までできるシステムが望ましいと考えられる。これにより、中高生が利用する場合でも、保護者等が自宅からパソコンで更新でき、利便性の向上が図れるほか、現金を持ち歩くよりも安全であることから、クレジットカードの利用率向上に寄与するものと考えられる。ただし、保護者等が普段自転車駐車場を利用していない場合には、申込時、更新時、自転車駐車場や近隣の商業施設や駅などで、Web 上でクレジットカードでの決済が可能であることを周知することが望ましい。

6 今後のさらなる運用改善に向けた課題

今後、更なる運営の合理化・効率化を図りながら、利用者の利便性向上を目指すという観点からは、確実な料金徴収や、正確な満空情報の表示などが課題となる。これらに対応するには、正確な入退場時間の把握や、入退場の個体数管理が必要であり、電磁ロック式の機器の導入などが有効である。しかし、施設面積や予算の関係で、すべての自転車駐車場で対応できるものではないため、ゲート式自転車駐車場において、個々の自転車の入退場を把握できる仕組みについても検討が必要であると考えられる。

道路課金制度に関する調査研究 ～持続可能な道路投資に向けて～

水野 ひろみ

調査部

わが国の道路は、日本経済を支える重要な社会基盤として機能してきた。しかしながら、高度経済成長期以降に集中的に整備された道路構造物の老朽化により、維持管理・更新費の増加が見込まれている。その一方で、わが国の財政状況は、社会保障関係費、国債費等の増大に伴い厳しいものとなっており、また、次世代自動車の普及に伴い燃料税収の減少も見込まれている。

近年、諸外国では、道路の利用に応じて道路利用者に料金を課す仕組みである道路課金制度を積極的に検討する傾向にある。これらの諸外国における道路課金制度の検討状況や、導入の背景を分析するとともに、諸外国とわが国との経済状況・社会情勢・地理的環境の相違点を分析し、道路課金導入にあたっての課題やそれに対処するための工夫、導入に至らなかった事例に鑑みつつ、わが国の良質な道路交通サービスの提供及び適切な維持管理の継続に向け、道路利用に応じた負担の仕組みについて検討を行ってきた。

本稿では、これらの検討を行った新道路利活用研究会「道路課金制度に関する調査研究」部会での研究成果について報告する。

はじめに

当機構では、国土交通省での道路に関連した地域ニーズに対応した施策検討等の動向を受け、平成19年11月に自主研究組織「新道路利活用研究会」を設置した。本

研究会は、賛助会員企業や学識経験者、国土交通省担当者等、産官学の方々のご参画を得て開催しているところであり、地域や民間事業者とによる道路利用者へのニーズの高まりを背景とする検討テーマを定め、部会を設置することとしている。また、道路機能や道路空間の一層

の利活用に資する方策等、民間ビジネスの創出や地域活性化等を目的として調査研究をしてきた。なお、研究成果は、国土交通省へ提言するとともに、地方公共団体・高速道路会社・賛助会員企業等の施策や事業展開に活用されるよう、報告書を送付しているほか、ホームページに掲載し、広く一般に公表している。

平成24年度から検討テーマとしてきた「道路課金制度に関する調査研究」については、平成30年4月に国土交通省へ提言するとともに、関係機関に報告書を送付したところである。本稿では、この研究成果に



図1 新道路利活用研究会の構成

ついて概要を報告する。

2 研究の背景と目的

近年、少子高齢化の加速、環境保全及びエネルギー問題への関心の高まり、高度情報化社会のさらなる進展など、わが国の社会環境が変化しつつある。2008 年をピークに人口減少に転じ、本格的な人口減少・超高齢社会を迎え、年金・医療等の社会保障支出は年々増大する等、厳しい財政状況の下、歳出削減に取り組んでいるところである。さらに、高度経済成長期に建設されたインフラの老朽化により、維持管理・更新費の増加も見込まれている。このような中であっても、道路が重要な社会基盤の一つであることに変わりはなく、引き続き計画的に整備される必要があるとともに、適切な維持管理への社会的ニーズは高く、それに着実に応えていくことが望まれている。一方で、低燃費車や電気自動車といった次世代自動車の出現により、かつて道路特定財源制度においてわが国の道路財源の多くを占めていた、自動車燃料であるガソリンに課されるガソリン税（揮発油税・地方揮発油税）の税収は減少傾向にあり、次世代自動車の普及により、さらに減少が見込まれている。既に道路特定財源は一般財源化されているため、これらの税収の使途は道路に限定されるものではないが、厳しい財政状況の中で、税収が大幅に減少することになれば、国・地方ともに財源不足に陥り、道路の新設はおろか、維持管理・更新等にも支障を来すことが懸念される。

諸外国においても、わが国と同様に道路の計画的な整備や、維持管理費用の確保、都市部における交通混雑等の課題があり、これらを解決するため、道路の利用に応じて道路利用者に料金又は税金を課す仕組みである道路課金制度を積極的に検討する傾向がある。そこで、本調

査研究では、諸外国における道路課金制度の検討状況や、導入の背景を分析するとともに、諸外国とわが国との経済状況・社会情勢・地理的環境の相違点を分析し、道路課金導入にあたっての課題やそれに対処するための工夫、導入に至らなかった事例に鑑みつつ、わが国の道路交通サービスを適切に維持していくため、道路利用に応じた負担の仕組みを検討することとした。

3 道路利用の有料化の潮流と道路課金制度

近年、諸外国においては道路利用の有料化の動きがみられる。特に、欧州では重量貨物車を対象とした対距離課金制による道路課金が採用されている。

3-1 道路課金とは何か

道路課金とは、道路の利用に応じて料金や税を徴収する仕組みであり、道路利用者に課される、あらゆる課金をいう。道路課金には、建設に投下した資金や維持管理費の回収、収入の捻出、混雑緩和、環境改善などの目的を実現しようとする狙いがある。料金は固定料金のケースもあれば、変動するケースもあり、時間や利用する路線、車両のサイズ、重量等によって区分されている。

広義では、有料道路制度も道路課金の一つであり、さらに広義に捉えれば、自動車保有税や自動車燃料税といった自動車に係る諸税についても、特にその使途が道路整備にあてられる形態のものについては、税金も道路課金の一つと考えられる。

3-2 道路課金導入の背景と目的

諸外国における道路課金は、さまざまな背景のもとに導入されてきた（表1）。

表1 道路課金の主な目的

道路課金の目的	概 要
収入の捻出	道路や他の公共交通を含むインフラの投資財源とする。
公平負担	主に道路インフラの財源となる燃料税を負担せずに通過する他国車両から料金を徴収する。
環境への影響の削減	車両重量や排気ガスのレベルによって料金を変動させ、環境負荷に応じた負担を求める。
公共交通の利用促進	自動車利用から他の公共交通サービス利用へと転換を促進する。
交通の平準化・効率化	一般道路から高速道路への誘導等を料金体系でコントロールする。
渋滞緩和	乗車回数の減少や、乗車時間帯・ルートの転換を促進する。

例えば、有料道路制度は、高速道路等の建設に投下した資金の回収や、維持管理費用の確保を目的とする道路課金であり、わが国をはじめ、多くの国で採用されている。また、米国のように燃料税を道路財源として活用しているところもある。

諸外国においても、当初は道路への課金は投入した資金を回収するためのものであった。その後、自動車文明の発達や都市部への人口集中により、都市部の道路における深刻な渋滞問題が発生すると、その解決に向けて、道路に課金することで道路の利用を制限しようとする手法が新たに用いられるようになった。この手法は、料金を支払ってでも、それ以上の価値を見出す利用者に利用料金を負担してもらい、さらにその料金収入を公共交通機関の整備にも充てようとする考え方が含まれ、これにより、混雑した道路の交通量が減少し、道路自体の走行速度も向上すると考えられた。

さらに、大気汚染やCO₂の増加が社会的な問題となってきたことから、環境に負荷をかける利用者に対し、環境保護のための社会的な費用を負担させようとする考え方が生まれてきた。こうした環境課金も道路利用者に対して実施されている。

3-3 道路課金の類型

道路課金には、以下のようにいくつかの類型がある(表2)。また、その対象も、対象地域を限定するもの、対象車両を限定するもの、対象道路を限定するものと様々である。

これらの道路課金の類型はそれぞれの切り口から整理しているため、重複するところがある。例えば、有料道

路制度において走行距離に応じた料金や可変料金が適用されている場合や、重量貨物車課金の中には走行距離課金や環境課金として行われている場合がある。

4 道路課金制度に関するわが国への適用可能性の検討

道路は、基本的な社会インフラであることから、その整備や維持管理に要する費用については、各国とも租税によって賄われるのが一般的であるが、一方で、有料道路料金や目的税などの形で、道路の利用に着目した課金の仕組みも多くで採られている。これらの課金の仕組みや課金技術について整理する。

4-1 道路課金の枠組み

道路課金の仕組みを大別すると、(1)道路の走行による利便に応じた課金(受益者課金)、(2)道路を損傷させる度合いに応じた課金(原因者課金)、(3)渋滞対策や環境保全等のための交通需要マネジメント施策としての課金(TDM課金)という3つの種類のものが挙げられる。

(1) 受益者負担として行われる課金

自動車の走行により消費する燃料に対して課税する自動車燃料税という仕組みが多くで採り入れられてきた。自動車燃料税は、ガソリン、軽油、LPGという自動車の化石燃料に対して課される従量税であり、走行距離と燃料消費量は概ね比例すると考えられたためである。

しかし、ハイブリッド車(Hybrid Vehicle:HV)に

表2 道路課金の類型

道路課金の類型	概要	導入・検討事例
燃料税	自動車の走行時に消費されるガソリン等の化石燃料に課される従量税。	米国
有料道路制度	建設・管理のために投入した資金を回収するための制度。	日本、フランス、イタリア、スペイン
走行距離課金(対距離課金)	道路の利用による便益に応じた課金。将来的には自動車燃料税や車両保有税等の代替として諸外国で検討。	オランダ(未導入) 米国(実験検証中)
重量貨物車課金	道路への損傷が大きい重量貨物車に対する課金。道路の建設や維持管理の財源とする。	ドイツ フランス(未導入)
混雑課金	渋滞が発生する道路の交通需要を管理するための課金。エリア課金、コードン課金、可変料金制などがある。	シンガポール 英国・ロンドン
環境課金	自動車の使用の抑制や、経路の変更、より低公害の自動車の使用を促すなど、沿道環境の改善を目的とする課金。	英国・ロンドン イタリア・ミラノ市

代表される自動車の燃費向上や、プラグイン・ハイブリッド車（Plug-in Hybrid Vehicle：PHV）や電気自動車（Electric Vehicle：EV）、燃料電池自動車（Fuel Cell Vehicle：FCV）の普及により、化石燃料の消費量が走行距離を表すとは言えなくなってしまう、道路利用者における負担の公平性が確保できなくなっている。また、燃料税を重要な道路整備・管理財源としてきた国にとっては、財政面でも大きな課題と考えられている。

一方、GPS に代表される位置情報に関する技術や通信技術の進展等により、車両の走行距離を、直接的に把握することが簡単に行えるようになってきている。したがって、こうした技術を活用した新たな「走行距離課金」が米国やオランダ等で検討されてきている（図2）。



出典：NXP プレゼン資料

図2 オランダの道路課金

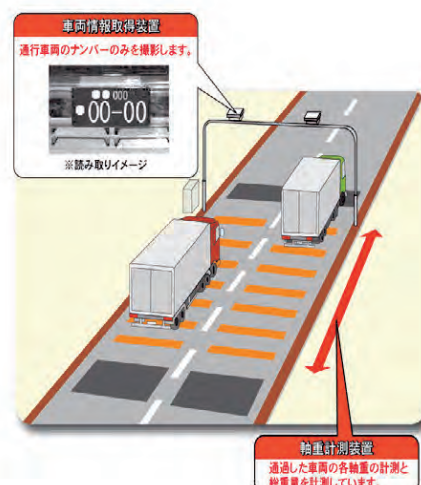
（2）原因者負担として行われる課金

道路は、自動車交通等による外力の繰り返しにより、構造物に損傷が累積し、コンクリートのひび割れ、鋼材のき裂などの疲労損傷が発生する。この道路に与えるダメージは、車両の重量（輪荷重）と密接な関係があり、鋼部材の疲労損傷は輪荷重の3乗に比例するとされ、同様にコンクリート床版については輪荷重の12乗、アスファルトについては4乗に比例するといわれている。このため、原因者負担的な考え方からは、大型車・重量車に負担を求めることに合理性があるものと考えられる。

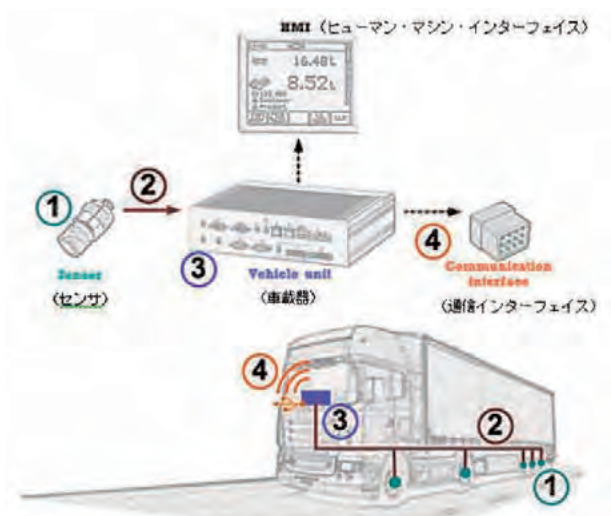
欧州では、国境をまたがって長距離を移動することが多い重量貨物車を対象に、インフラ利用に関する負担の公正の観点から、一般的な道路インフラ課金に関するルール（EU 指令）を制定している。EU 指令では、重量

貨物車両は他の交通機関に比べて、インフラ費用の負担が少なく、環境への負荷も大きいことから、「原因者負担の原則」等の考え方に基づき、適切な道路課金を適用できるとしている。ただし、従来は実際に車両が走行している際の重量を測定することは困難であったため、欧州の重量貨物車課金においても、わが国の自動車重量税においても、原則として車両重量または車両総重量に基づく課金が行われてきた。

しかしながら、これについても近年の技術革新により前提が変わりつつあり、精度や普及状況等に課題はあるものの、WIM（Weigh In Motion：車両重量自動計測装置）（図3）及びOBW（Onboard Weighing：車載型重量計）（図4）といった技術を使って走行時の車両の実



出典：国土交通省道路局道路交通管理課
図3 WIM（イメージ）



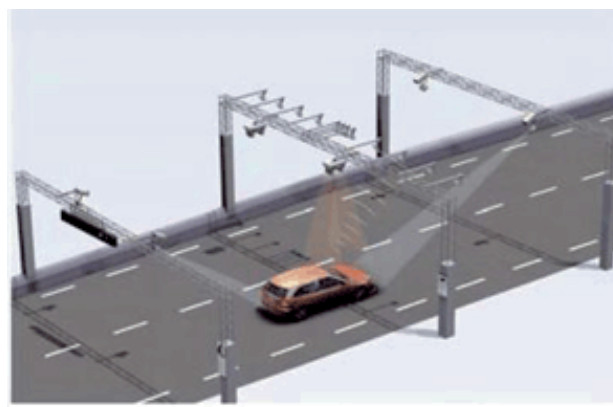
出典：Transport & Environment
図4 OBWの構成

重量と走行距離を組み合わせることによって、実態に則した厳密な課金が可能になると考えられる。

(3) 交通需要マネジメント (TDM) 施策として行われる課金

交通需要マネジメント (Transportation Demand Management : TDM) とは、自動車の効率的利用や公共交通機関への転換など、交通行動の変更を促して、発生交通量の抑制や集中の平準化など、交通需要の調整を行うことにより、道路交通の混雑を緩和し、環境改善などを実現する取り組みである。TDM 課金のひとつである都市内の渋滞対策としての課金は、シンガポールや英国ロンドン等で導入されている。

従来、課金対象エリアへの流入のチェックや、混雑状況に応じた課金 (ダイナミック・プライシング) をどのように行うかについて、技術的な課題があったが、近年では GNSS (Global Navigation Satellite System : 全地球航法衛星システム) 技術の発達や、ANPR (Automatic Number Plate Recognition : 自動ナンバープレート認識装置) (図5) の精度向上などにより大きく進化した。



出典：Swedish Transport Agency
図5 ANPRの概略図

4-2 道路課金に必要な情報

道路課金の仕組みごとに、どのような課金技術が適切であるかを検討する前提として、それぞれの課金に必要な情報を整理する (表3)。

(1) 受益者課金の場合

道路利用者への公平な負担を考えると、道路の走行に

表3 道路課金の目的別に必要な情報

課金の目的 \ 課金に必要な情報	走行距離	走行経路	走行日	走行時間帯	車両重量※	乗車人数
受益者課金	○	△	—	—	—	—
原因者課金	○	△	—	—	○	—
TDM施策としての課金	—	○	○	○	—	△

※車両重量 車両総重量または積載重量を含む車両実重量
○：必須 △：課金方法や課金内容によって必要

よる便益に応じた負担であることから、車両の走行距離に応じた課金が考えられる。課金を行う上で必要な情報は走行距離である。ただし、走行距離に応じた課金収入を、道路延長や管理費等に基づく単純配分ではなく、走行実績に基づいて道路管理者ごとに配分しようとするれば、走行経路情報も必要となる。

(2) 原因者課金の場合

道路に与える損傷は、車両の重量 (輪荷重) と密接な関係があるため、原因者負担的な考え方から道路課金を行おうとすれば、走行距離 (道路の利用) と車両重量 (道路に損傷を与える程度) といった情報が必要となる。また、(1) 受益者課金の場合と同様に、課金収入を走行実績に基づいて道路管理者ごとに配分しようとするれば、走行経路情報も必要となる。

(3) TDM 施策としての課金の場合

交通需要を制御するための課金を行おうとすれば、渋滞する区域や環境基準を達成していない区域が課金対象道路となる。これらの対象道路を走行しているか否かの判定をするため、走行経路を特定することが必要となる。また、混雑する時期や時間帯を限定して課金を行うことで、交通需要の調整を行う場合には、走行日や走行時間帯といった情報が必要となる。

4-3 道路に関する課金技術の特徴と応用

世界各国では ITS 技術を利用した様々な道路課金が導入されている。これらの課金技術は課金を行うタイミングによって、以下の3つの方式が考えられる。それぞ

れの課金技術ごとの特徴と課題を道路課金技術一覧（表4）に整理する。

また、以下の課金技術とは別に、走行している車両の重量をリアルタイムで計測する方式として、車両重量自動計測装置（WIM）と車両型重量計（OBW）がある。

（1）走行距離を把握して、距離に応じて課金する方式

車両の走行距離に応じて課金する方式である。車両の走行距離として走行距離計の計測値を使用するもの（米国にて社会実験中）と、自動車に搭載される運行記録用計器であるデジタル・タコグラフを使用するもの（スイスで導入）がある。

（2）チェックポイントの通過を把握して課金する方式

車両が路側機を通過する際に電波や赤外線によって車載器と路側機が通信を行う、あるいは、路側に設置したカメラで車両のナンバープレートを撮影する、といった

路側に設置されたチェックポイントを通過する際に課金を行う方式である。

●路側機と車載器を使用する方式

車両が路側機を通過するタイミングで日時を把握し、路側機間の距離により走行距離を把握することが可能な方式である。DSRC (Dedicated Short Range Communications) や RFID (Radio Frequency Identification) のような電波を使用した通信、赤外線通信があり、もっとも多くの国の道路課金システムに導入されている。

●カメラを使用する方式

路側に設置したカメラで車両を撮影し、自動ナンバープレート認識装置（ANPR）により、課金を行う方式である。ロンドンやストックホルムのような都市内課金で導入されている。

（3）走行経路を把握して課金する方式

GNSS 技術を用いた自律型道路課金システムにより車両の位置を判断し、走行距離に応じて課金する方式であ

表 4 道路課金技術一覧（車両重量の計測技術は除く）

課金方式	走行距離の把握		チェックポイントの通過を把握				走行経路の把握
	走行距離計	デジタル・タコグラフ	DSRC	RFID	赤外線	ANPR	GNSS
利用例	対距離課金の社会実験	重量貨物車課金	有料道路課金 都市内渋滞課金 重量貨物車課金	有料道路課金	有料道路課金	都市内課金 有料道路課金	重量貨物車課金
メリット	全車両に装備	搭載義務のある大型車に装備	通信範囲が広域 高速・大容量の情報授受が可能	車載器が安価で電源不要 維持管理が容易	部品コストが安価 消費電力少ない 通信範囲が狭い 分セキュリティを確保	車載器不要 初期費用が安い	走行経路の把握 柔軟な料金設定 拡張性が高い
デメリット	装着タイヤの種類や空気圧により走行距離との誤差が出る可能性	搭載車は限定的	投資コストが高い	電波の届く範囲が狭い	遮蔽物があると通信できない	ナンバープレートが撮影されることへの利用者の抵抗感	運用コストが高い 移動情報が把握されることへの利用者の抵抗感
導入国	米国（実験）	スイス	日本、韓国、シンガポール、オーストリア、チェコ等	マレーシア、インド、ベトナム	マレーシア、韓国、ベトナム	英国（ロンドン）、スウェーデン（ストックホルム）	ドイツ、スロバキア、ベルギー

る。ドイツやスロバキアなどで GNSS 技術を用いた自律型道路課金システムが導入されている。

5 道路課金導入のための工夫

諸外国における道路課金制度は、導入にあたって様々な課題があり、それらに対処するための工夫が行われている。このような課題や工夫を横断的に捉えなおし、また、導入に至らなかった事例に鑑みつつ、わが国への道路課金制度導入にあたっての留意点について整理する。

5-1 プライバシーの保護に対する懸念の払拭や軽減

道路課金においては移動情報が把握されることによるプライバシーの侵害が懸念され、導入の障害となる場合が想定される。プライバシーの侵害が懸念される要因は、走行距離課金時に GNSS を用いる場合、車両の位置情報から走行経路が特定されることと、カメラを活用した道路課金の場合、ナンバープレートを撮影されることの2つがある。

- スイス：デジタル・タコグラフを活用して走行距離のみを把握
- ドイツ：主体対象は法人、かつ、移動情報は車載器内で処理
- 米国：複数の課金方法を用意し、利用者が選択
- スウェーデン・ストックホルム：課金による情報の利用をルール化

5-2 既存の税、課金との調整

すでに自動車に係る先行税（自動車税や燃料税など）があり、それに上乗せする形で新たな制度を導入した場合、利用者にとっては新たな負担が発生することから、利用者の強い反発が生じる可能性がある。

- ベルギー、ドイツ：ビニエット（定額利用証を用いた方式）から走行距離課金への置き換え
- ドイツ：道路運送業界向けの課税緩和として自動車税の引き下げ
- オランダ（未導入）：高負担の自動車保有税から走行距離課金への置き換え

5-3 導入コストのゼロ負担や最小化

新たな課金運用のために必要となる機器設置や導入費用の負担が個人や企業に生じると、導入の障害となる場合が想定される。また、運用コスト自体が高額であると国民や企業の理解が得にくいと考えられる。

<車載器のゼロ負担>

- シンガポール：ビニエットから電子式の課金方式に更新する際、車載器を国が負担
- 英国・ロンドン：既存のカメラも活用して、車載器不要なナンバープレート読取りを採用

<道路運送業への補助金>

- ドイツ：道路運送業界向けの補助金による負担軽減
- フランス（未導入）：運送委託側への支払い義務の設定

<低コスト運用>

- 欧州複数国：単純で運営コストが安いビニエット制による課金を導入
- スイス：道路を判別せずデジタル・タコグラフを活用することで運用コストを抑制
- オランダ（未導入）：車載器内ではなくサーバー側で処理を行うことで運用コストを抑制

5-4 その他の工夫

上記以外にも、道路課金の目的を明確にするための一般市民への十分な説明や、課金負担を軽減するための特例措置、課金導入による新たなメリットの実現、道路課金の支払い方法の多様化などの工夫が見受けられる。

6 まとめ

本調査研究は、将来を見据え、良質な道路交通サービスの提供及び適切な維持管理の継続のため、道路課金制度の導入により、道路への投資が持続可能なものとなることに期待するものである。そのために必要な課金制度の考え方や検討すべき点を以下に整理する。

6-1 走行距離に応じた課金制度の導入

次世代自動車の普及に伴い、今後ガソリン税等の税収は大幅に減少するものと見込まれている。一方で、老朽化

した道路構造物の更新・改修や社会全体の生産性向上、観光先進国の実現に向けた交通ネットワークの強化も必要不可欠である。諸外国においても、ガソリン税等の減少を背景に、自動車関係諸税に代わる制度として、走行距離課金制度が米国やオランダなどで検討されてきており、わが国においても諸外国の動向を参考に、自動車関係諸税に代わる制度として、一般道、高速道路も含めて走行距離に応じた課金を行う制度の導入に向けた検討が必要である。また、これまでは、ガソリン税が走行による便益に応じた負担として機能していたが、電気自動車等の普及により、走行距離とガソリン消費量が必ずしも比例しない状況になっていることから、自動車利用者の公平な負担として、走行距離課金が必要である。

課金技術に関しては、一般道への課金を実施することを勘案すると、路側機の設置が不要で、走行距離をより正確に把握できることなどから、衛星測位システム（GNSS）を活用した自律方式が望ましいが、プライバシーへの配慮が必要であり、また対応した車載器の普及が課題となる。

6-2 自動車燃料税が一定の規模を有している間にそれらの置き換えとしての走行距離課金の導入

重量貨物車に対する走行距離課金を実施しているドイツやベルギーにおいては、走行距離課金を実施される10～20年ほど前にピニエット方式による課金を導入し、それを走行距離課金に置き換える形で合意形成の工夫を行っている。一方、既存の税金に上乗せする形で重量貨物車への走行距離課金の導入を予定していたフランスでは、反対活動が起き、無期延期の状況にある。このため、走行距離課金の導入については、利用者の受容性の観点から、ガソリン税等の自動車燃料税からの置き換えとし、自動車燃料税が一定の規模を有している間に導入することが望ましい。

6-3 車両重量又は車両総重量に応じた料率の設定

大型車・重量車は多くの燃料を消費するため、それだけ多くの税を負担しているが、道路構造物への損傷は車両の重量（輪荷重）と密接な関係があり、道路構造物の

疲労損傷は輪荷重の累乗に比例することに鑑みると、道路損傷の程度と比較して十分な負担を行っているとは言えない。また、道路損傷者負担的な性格がある自動車重量税についても、実際の走行距離とは無関係であることから、道路損傷に対する負担を十分に行っているとは言えないという課題がある。従って、走行距離課金の導入に際しては、道路損傷の対価として、車両重量または車両総重量に応じた料率を設定すべきである。

6-4 エリア課金や可変料金制などの検討

走行距離に応じた課金制度の導入に際し、混雑緩和や環境改善の視点も踏まえて、走行するエリアや時間帯に応じて課金額を変更することは、政策実施の効果を高めるものとして望ましい。英国ロンドンやシンガポールにおいては、混雑課金として、エリア課金やコードン課金が行われ、一定の成果をあげている。わが国においても、道路交通の混雑緩和や環境改善の観点から、こうしたエリア課金等の活用を積極的に検討すべきである。

また、シンガポールや米国のHOTレーンにおいては、適切な需要管理のため、混雑状況に応じた課金額の変更が行われている。わが国においても、より効果的な交通需要管理を行う観点から、交通需要に応じて課金額を変動させる可変料金制（ダイナミックプライシング）についても併せて検討することが望ましい。

ETC2.0 プローブデータの拡充に関する調査研究 ～プローブデータの拡充と情報提供の用途拡大について～

半田 悟、千田 浩一、高橋 勝則、三好 孝明

ITS・新道路創生本部

当機構では、ITS スポットにおける路車間通信に関するデータ形式などを記載した「電波ビーコン 5.8GHz 帯仕様書集」を発行しており、この仕様書などにに基づき、ITS スポット関連システムの整備、および、車載器・カーナビの開発が行われ、ITS スポットサービスが提供されてきた。

当機構では、この仕様書集を発行して以来、更なるサービス拡充に向けて、情報提供を行うためのデータ項目やフォーマットの追加、車載器から収集するプローブデータの内容の追加など、仕様の追加を行ってきた。また、プローブデータや情報提供の様々な応用用途を想定し、更なる拡充に向けて継続的に調査研究を行っている。この様々な応用用途に関する調査研究を行う中で、いくつかの用途においては、一時停止あるいは低速で走行中の車両へのサービス提供が想定された。現状の ETC2.0 サービスが走行中の車両へのサービス提供を想定しているのに対し、利用シーンが異なることとなる。

今回は、この一時停止あるいは低速での走行中の車両に対して情報提供を行う手法およびプローブデータの収集範囲の拡大に向けた検討結果を報告する。

はじめに

平成 20 年 8 月に当機構が「電波ビーコン 5.8GHz 帯仕様書集」の初版を発行して以来、この仕様書などにに基づいて ITS スポットサービスが提供されてきた。平成 27 年には「ETC2.0 サービス」として、圏央道における ETC2.0 車載器搭載車両を対象とした通行料金割引制度が導入され、また、休憩・給油などのために高速道路を一度降りても連続通行の場合と同一の料金を適用する社会実験が開始されるなど、ETC2.0 車載器搭載車両を対象としたサービスの拡充が図られている。また、車両の運行管理を支援するために、あらかじめ登録された車両からアップリンクされた ETC2.0 プローブデータを車両の管理者へ提供する配信事業が今年の夏ごろに開始される予定である。車両運行管理の活用を範囲を広げるためには、物流拠点等に路側機を設置し、ラストワンマイル（道路上の路側機から物流拠点等までの区間のこと）のプローブデータを収集することが望まれる。また、物流拠点等に設置した路側機により、到着した車両に対し、荷捌きブース番号の通知などの情報を提供することも望まれている。将来的には、例えば収容台数が多い駐車

場のゲートに路側機を設置し、空きがある階やエリアなどの情報を提供するような用途も想定される。

当機構では、これら ETC2.0 サービスの拡充に向けた調査研究を進めており、昨年度にはプローブデータに関する様々な応用用途を想定し、これら応用用途において望まれるプローブデータの情報項目の拡充に関して発表を行った（表 1）。

今夏頃には、ETC2.0 特定プローブデータを車両の使用者に配信する ETC2.0 車両運行管理支援サービスの配信事業が開始となる。また、駐車場などでの ETC2.0 車



図 1 ETC2.0 サービスに関する当機構発行の仕様書

表 1 昨年度整理したプローブデータの活用が期待される主な応用用途

大項目		主たる用途
現状の活用における改善項目（精度向上、処理の円滑化、把握可能範囲の拡充など）		速度情報の精度向上 ※発話型車載器
		挙動履歴情報における各加速度の検知精度向上 ※発話型車載器
		位置特定精度情報の付加 ※発話型車載器
		高速道路と一般道の乗り換えの把握（ETC ゲート通過情報の取得）
		車線識別情報の付加
新たな用途	道路の維持管理	保守作業車における作業内容の管理
		段差など路面状況の検知
		車線別の道路交通状況把握（現状は路線別）
	大型車の適正走行の推進	トレーラの連結/解放、トレーラの型式などの把握
		重量、軸重の把握
	車両運行管理	出発、到着、休憩、荷下ろし、荷積みなどの運行状況把握
		貨物積載状況、空席状況の把握
		運転特性の把握
	エコ運転対応	エコ運転評価につながる情報
	路車協調サービスの拡充を目指す状況把握	車両の各種センサ出力

載器によるサービスの実験も各方面で進められている。これら新たな用途においては、車両が一時停止あるいは低速で走行している状態でのサービス提供に対しても期待されているが、現状の ETC2.0 サービスが高速道路などの道路上を走行中の車両を対象としているため、新たな対応が必要な事項が生じる。本論文では、これら特に一時停止中あるいは低速で走行中の車両に対する情報提供およびプローブデータ収集を想定し、従来の仕組みからの相違点を中心に対応策を検討した結果を報告する。

2 一時停止中あるいは低速で走行中に提供するサービスのイメージ

ETC2.0 車両運行管理支援サービスは、道路を走行中のバスやトラックなどの車両に搭載された ETC2.0 車載器から収集した ETC2.0 プローブデータを車両の運行管理者へ提供するものであり、想定されるプローブデータの活用イメージの例を以下に示す。

車両運行管理におけるプローブデータの活用イメージ例

- ・ 現在走行中の区間を把握し、運行ダイヤからの遅延の有無を確認
- ・ 車両がいつどこを通行したかを記録する走行履歴情報を日報作成に活用
- ・ 急ブレーキに関する記録などの挙動履歴情報からドライバーの運転特性を評価あるいは主要路線の注意個所の抽出を行い、ドライバーへの注意喚起を行う
- ・ 到着した車両を識別し、荷捌き担当に車両到着を通知する

これらの活用シーンにおいて、道路上の最後の路側機を通過してから物流拠点や車庫などに到着するまでの区間（ラストワンマイル）のプローブデータを速やかに取得することが望まれる。また、路側機が設置された路線・区間の通行頻度が低い走行の車両のプローブデータの取得も望まれている。これらの要望に対応する形で、物流拠点や車庫などの敷地内に路側機を設置し、活用する検討が進められている。

また、物流拠点や港湾などでは、車両の到着を検知し、

あらかじめ登録された車両情報と積荷情報から荷捌きを行うブース番号等を導き出して、ドライバーへETC2.0車載器を通じて行き先や伝達事項等を案内することも想定されている。このような、到着した車両に対応した情報を提供する活用イメージの例を以下に示す。

物流拠点や車庫などに設置した路側機による情報提供のイメージ例

- ・車両の到着を検知し、あらかじめ登録された車両情報と積荷情報から荷捌きを行うブース番号等を導き出して、ドライバーへブース番号などを案内
- ・荷捌き場所が空くまで待機する待機場所と待機見込み時間を案内
- ・造成工事などで土砂運搬車に対し、車両ごとに、土砂をおろす、あるいは、積み込む場所の方向を案内する

また、大規模駐車場などで、ドライバーへETC2.0車載器を通じて空き駐車マス情報などを案内することも想定されている。この活用イメージの例を以下に示す。

大規模な駐車場などに設置した路側機による情報提供のイメージ例

- ・取得したプローブデータに含まれる車両の大きさなどの情報から、車両に適した空き駐車マスがある階やエリアの情報、あるいは、具体的な空き駐車マス番号などを案内
- ・料金制度を案内
- ・駐車料金割引などの対象となる店舗などを案内

これらの活用シーンでは、車両が物流拠点等の入り口付近（敷地内）などで一時停止を行った際、あるいは、低速で走行している状態、また、駐車場や土木工事現場入り口などのゲート付近に一時停止した状態でETC2.0車載器と路側機の間で通信を行いサービス提供するものと想定している。サービスイメージの一例として、コンテナふ頭におけるコンテナ荷捌きブース案内について図2に示す。

3 一時停止中あるいは低速で走行中の車両への情報提供

現状のETC2.0サービスにおける情報提供は、走行中の車両に対して、進行方向前方に関する道路交通情報等の提供を想定しており、一時停止中などの利用シーンは想定していなかった。当機構発行のデータ形式仕様書の記載内容に基づき、現状の仕組み、一時停止中あるいは低速で走行中の車両への情報提供における課題および対応策について整理した結果を表2に示す。

なお、カーナビゲーション機能を備えたカーナビ連携型車載器と、カーナビゲーション機能を持たない発話型車載器では具体的な処理手順が異なるため、それぞれについて記載する。路側機から車載器に提供する情報は、安全に関わるような緊急性が高い情報から利便性向上を目的とした情報まで様々であり、ETC2.0サービスでは情報の内容によって「最優先情報」、「優先情報」、「一般情

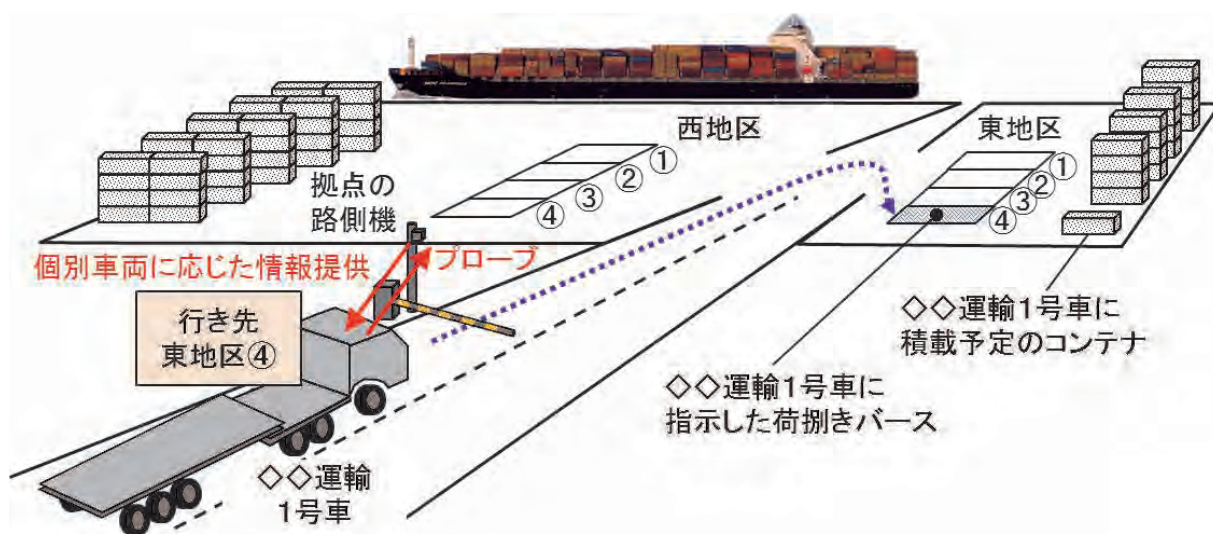
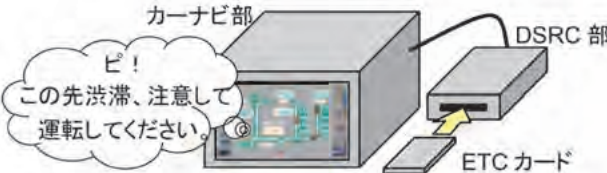


図2 一時停止中の車両への情報提供のイメージの一例（コンテナふ頭におけるイメージ）

表2 ETC2.0 サービスにおける情報提供の現状の仕組みと停止中等の車両に対する対応

		カーナビ連携型車載器	発話型車載器
イメージの車載器			
現状の仕組み	提供する情報	路側機からは、以下の情報をワンセットで提供 情報1) ワンセットの情報が、自車の走行する路線、方向を対象としたものが認識できる情報（現在位置情報）方位は、16方位のいずれかが必ず設定され、識別不要の設定は無い 情報2) 画面に表示するイメージや発話内容を組み込んだ情報（各種コンテンツ情報）	路側機からは、以下の情報を提供 情報1) この情報を提供する条件（車両の進行方向など）と発話内容をともに組み込んだ情報。方位は、16方位と識別不要から設定可能（現在位置情報と各種コンテンツ情報が一体となっている）
	車載器の処理	①情報1と情報2を受信 ②受信した情報1に組み込まれた方位などから、処理すべき情報かを識別 ③対象の場合は、情報2を再生 ④対象外（方向が異なるなど）の場合は受信した情報をすべて破棄	①情報3を受信 ②受信した情報3に組み込まれた方位などから、処理すべき情報かを識別 ③対象の場合は、情報3を再生 ④対象外（方向が異なるなど）の場合は受信した情報3を破棄
	主な課題	基本的に道路以外の部分（物流施設や駐車場内など）は、カーナビに地図データがないため、マップマッチングが機能せず、進行方向などは自律機能（ジャイロなど）により認識することとなる。しかし、誤差が生じうるため、路側機が提供したその地点で本来車両が向いているはずの方位とカーナビが認識した方位に差異が生じ、処理すべき情報ではないと判断する場合がある。 ※新規開通区間（カーナビの地図が未反映）の路側機から情報提供する場合も、同様の課題が生じる	「方位を識別不要」として情報提供できるため、特に課題は無い。
対策案		「方位を識別不要」として情報提供できる仕組みを追加（発話型車載器向けのような、単独で処理可能で方位を識別不要とした新たなIDを定義）	—

報」の3ランクに分けて処理するようになっている。ここでは、一時停止中あるいは低速で走行中の車両への情報提供として想定する利用シーンから、提供する情報の緊急性はさほど高くないものとして「一般情報」に分類し、そのレベルに応じた扱いとして記載した。なお、ここではイメージを伝えるための概説とし、厳密な仕様に基づいて記載しているものではない。

既存のサービスへの影響を回避しつつ、停止中などで

のサービス提供を行うためには、カーナビ連携型車載器に対する情報提供に関し、発話型車載器に対する情報提供の様な個別に判定できる仕組みを現状の仕様に追加・併用することが望ましい。具体的には、情報の内容毎にIDを付した情報に分類して提供する仕組みになっており、新たなIDを定義し、このIDによって提供される情報は、表2における情報1との連動無しに単独で処理するものとする。

表3 一時停止中の車両向けに追加する情報提供用 ID の構成イメージ

項目		内容のイメージ
路側機情報	情報提供方位	16 方位のいずれか、あるいは、指定なし
	道路種別	既存の道路種別に加え、「道路外」を追加 「道路外」の場合は地図が無い環境を示すこととなる
	路側機設置位置	緯度・経度
	路側機管理者（道路管理者以外の場合）	道路管理者以外の場合、管理者である組織の名称を設定
コンテンツ	コンテンツ数	n：複数のコンテンツを紙芝居的に提供可能とする
	コンテンツ 1	コンテンツの提供方位
		提供タイミング
		提供場所
		画像データ
		音声データ
	・ ・ ・	・ ・ ・
	n	

一時停止中あるいは低速で走行中の車両、および、新規開通区間などカーナビが地図データを備えていない区間などを走行中の車両向けに提供する情報の構成イメージを表3に示す。

現行の仕様において、緊急性が高い情報（最優先情報）に該当する ID は、情報 1 との連動無しに単独で処理するものとして定義している。一時停止中などの車両に情報提供を行うに際して新たな ID の定義は必要であるが、処理の仕組みとしては実績があることとなる。なお、実現のためには、車載器メーカーなど関係者との調整を行う必要があり、継続的な検討が必要である。

また、上記とは別に、仕様上は、カーナビ連携型車載器は情報 2 を、発話型車載器は情報 3 を、路側機の通信エリアから出た後（路側機からの電波が受信できなくなった後）に再生することとなっているため、ゲートなどでの活用においてはゲート通過後に初めて再生開始するなど支障が生じる可能性がある。しかし、これは、車両が一時停止中に行った路車間通信が終了した時点を見計

らって路側機が無線出力を停止することで、車載器は通信エリアを出たと認識し、再生を開始するため、現状の仕組みを用いつつ運用によって対処可能と考えられる。

4 一時停止中あるいは低速で走行中の車両からのプローブ収集

先にも述べた通り、現状の ETC2.0 サービスは、高速道路などを走行中のサービス提供を想定している。従って、短い時間で通信を完了する必要があり、データの伝送量も一定の制約を設けている。しかし、一時停止中あるいは低速で走行中においては、時間的制約が緩和され、伝送可能なデータ量も拡大が可能となる。ETC2.0 プローブデータは、走行中に車載器のメモリに蓄積されて道路上に設置された路側機で収集するが、路側機で収集される前に蓄積しているデータが所定のデータ量を超えた場合は最も古いデータが消去され、新たな蓄積に用いられる。そのため、路側機が設置されている路線の走行頻

度が低い車両のプロープデータには区間的な欠落が生じる可能性がある。一時停止中あるいは低速で走行中には、より大きな容量のデータを伝送できるため、現状は消去されるデータを収集することも可能となる。なお、既存の道路上のサービスを維持しつつ、新たなデータ伝送に対応するため、工夫が必要となる。

上記を踏まえ、現状の道路上の路側機によるプロープデータ収集と、一時停止中などに容量を拡大したプロープデータ収集の両方を可能とする仕組みの立案を行った。その内容を図3に示す。

5 はじめに

当機構では、ETC2.0 サービスの拡充に向けて調査研究を継続的に行っている。今回は、様々な応用用途が想定される中で、新たに一時停止中あるいは低速で走行している車両へのサービス提供について着目し、その課題

の整理と対応策について検討した。これらの仕組みにより、一時停止中や低速走行中の車両へのサービスが拡充でき、また、その波及効果として、特に新規開通した地下区間など車載器（カーナビ）が地図データを持たない場合にも適切に情報提供できることとなる。

なお、これらの内容は、当機構としての整理結果であり、実際の仕様化に向けた取り組み、サービスの定義など今後の展開については、国土交通省、道路会社、自動車メーカ、車載器メーカ、関連団体などと協議の上で進めていく必要がある。

当機構としては、VICS、ETC、ETC2.0、安全運転支援技術、自動運転技術、車両運行管理等に関わってきた経験を活かし、社会の動向を注視しつつ、道路管理者、自動車メーカ、車載器メーカ、関係団体などの協力を得て、プロープデータと情報提供の拡充を含む ETC2.0 サービスの更なる発展に向けての検討を継続していく所存である。

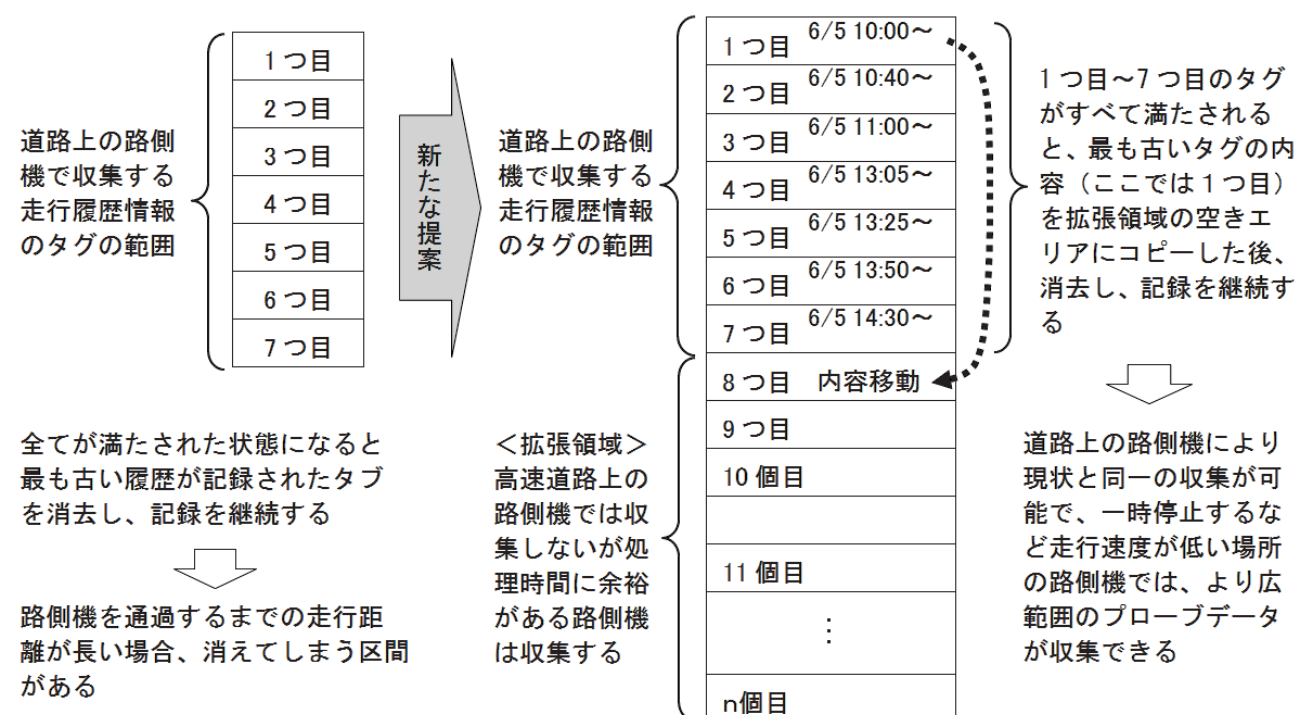


図3 一時停止中などの車両から、容量を拡大したプロープデータを収集する仕組み

車両運行管理支援のための ETC2.0 特定プローブデータ配信事業について

三好 孝明、千田 浩一、半田 悟

ITS・新道路創生本部

当機構では、ETC2.0 プローブデータに関するデータ形式仕様書を発行するとともに、その活用目的や活用範囲の拡大に対応して仕様の追加等を行い、ETC2.0 プローブデータの様々な応用用途を想定してさらなる拡充に向けた調査研究を行っている。

国土交通省国土技術政策総合研究所（以後、「国総研」という。）では、平成 27 年度より ETC2.0 特定プローブデータ（以後、「特定プローブデータ」という。）を活用した「ETC2.0 車両運行管理支援サービスに関する社会実験」を開始しており、当機構は、これに関連する業務の受託者として社会実験の運営および効果評価等に携わってきた。

昨年、国土交通省道路局より、社会実験における成果を踏まえて、ETC2.0 車両運行管理支援サービスの本運用を平成 30 年度に開始するとの発表があり、今春には特定プローブデータを運送事業者等に配信する配信事業者が公募された。当機構は、この公募に応募し、配信事業者として選定され、現在は今夏頃の配信開始を目指して準備を進めているところである。

本稿では、ETC2.0 車両運行管理支援サービスで用いられる特定プローブデータの概要、本サービスの概要、及び特定プローブデータ配信の仕組み等について紹介する。

1 はじめに

近年、少子高齢化の影響等から、物流企業等ではドライバーや倉庫の作業員等を中心に労働力不足が深刻になってきており、安全性の確保を大前提としつつ、物流の生産性の大幅な向上を図ることにより、ニーズ等の変化に的確に対応し、効率的・持続的・安定的に機能を発揮する「強い物流」を戦略的に実現することが求められている。

国土交通省では、「道路を賢く使う取組」を推進しており、「日本再興戦略」においても「ビッグデータの活用とともに科学的な分析に基づく集中的な対策による渋滞ボトルネックや潜在的な交通事故危険箇所の解消等により道路ネットワーク全体としてその機能を時間的・空間的に最大限に発揮させる」ことが示されている。

この道路を賢く使う取組の一つとして、IT 新技術を活用し、生産性の高い賢い運行管理の実現を目指しており、その一環として、ETC2.0 車載器を搭載した車両の運行管理を行う事業者等に走行位置やブレーキ等の情報

を提供することにより、運行管理の効率化やドライバーの安全確保等の取組を支援する「ETC2.0 車両運行管理支援サービス」が導入されることとなった。

2 ETC2.0 特定プローブデータとは

特定プローブデータは、あらかじめ車両の使用者から車載器の識別情報を添えた個別の申請を受けてシステムに登録した ETC2.0 車載器が生成したプローブデータを路側機により収集したデータのことであり、事前登録のない一般車両から収集する ETC2.0 プローブデータは個車特定できないものであるのに対し、特定プローブデータは登録された識別情報によりプローブデータの生成元である車載器（車両）を特定できるものである。

特定プローブデータの内容について概説する。特定プローブデータには、車載器の情報等を含んだ固定情報である「基本情報」、走行に伴い概ね 200m 毎の位置・時刻・速度情報を記録する「走行履歴情報」、急減速や急激な進行方向の変化等、急激な車両の状態変化が観測さ

れた際の位置・時刻・変化の内容等を記録する「挙動履歴情報」が含まれている。また、ファイル名等にこの情報の生成元である車載器を特定するための識別子も含まれている。走行履歴情報からは、その車両が走行してきた経路を確認することができる。挙動履歴情報からは、その車両がいつどこで急ブレーキをかけたか等を把握することができる。

特定プローブデータに含まれる情報の概要を図1に、走行履歴情報の蓄積タイミングに関する例を図2に示す。

3 ETC2.0 車両運行管理支援サービスの紹介

ETC2.0 車両運行管理支援サービスは、車両の運行管理等に活用できるよう、道路管理者が収集した特定プローブデータを車両の使用者へ提供するものである。提供にあたっては、国から指定された配信事業者が、国が管理するシステムから特定プローブデータを取得し、個々の特定プローブデータを車両の使用者毎に振り分ける。

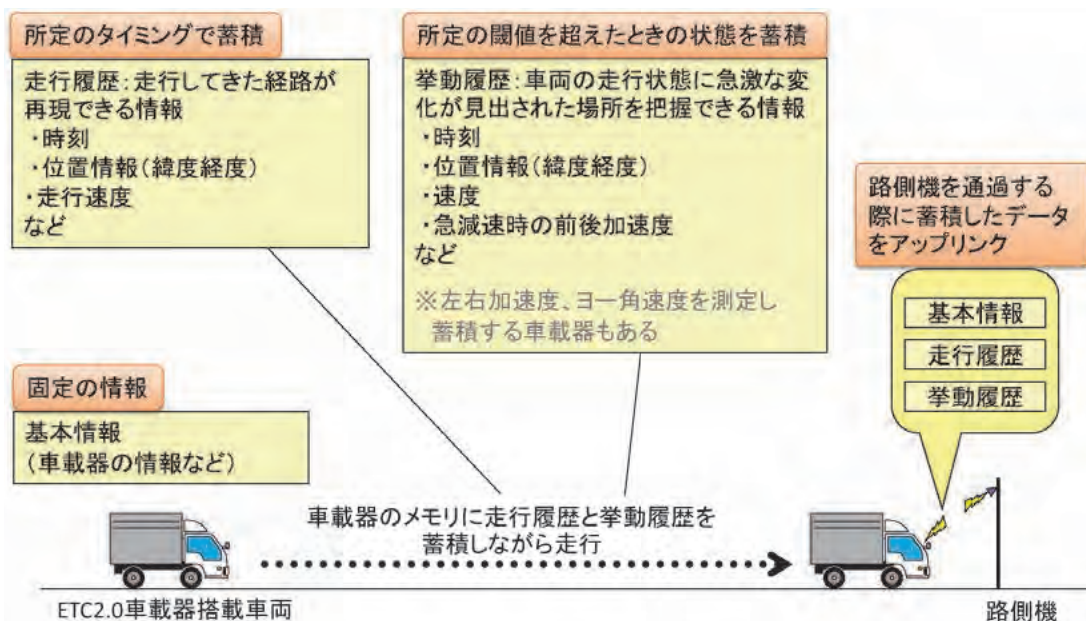


図1 特定プローブデータに含まれる情報の概要

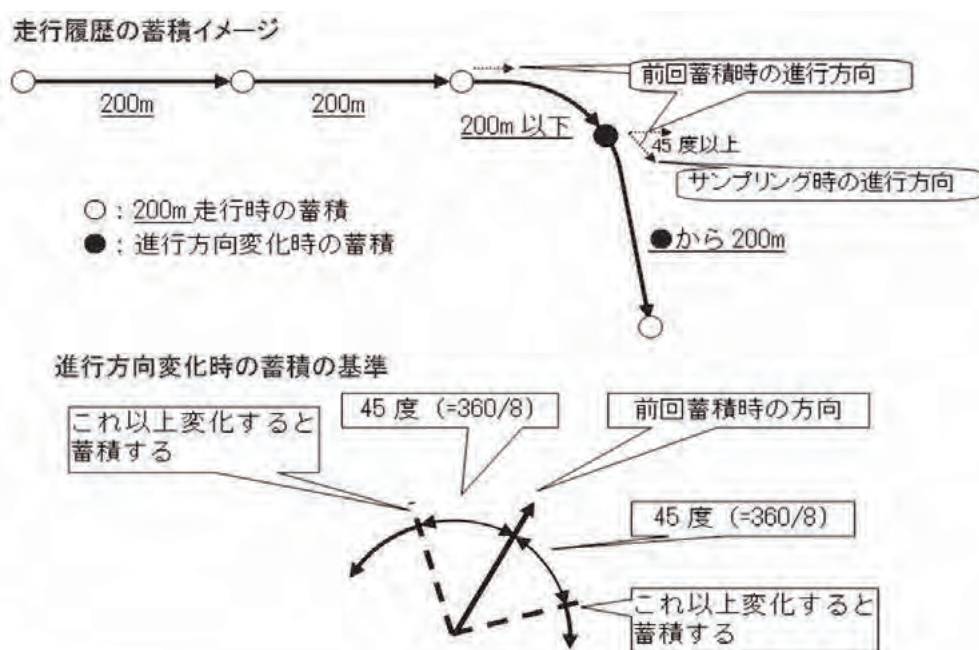


図2 走行履歴情報の蓄積イメージ

これら、ETC2.0 特定プローブデータを用いた車両運行管理支援サービスに関しては、平成 27 年度から国総研が実施した社会実験においてサービスの有効性等の評価を行った結果、サービス提供が望ましいと判断するに十分な成果を得ている。

4 ETC2.0 特定プローブデータ配信の仕組み

特定プローブデータの配信は、概して以下の手続きで行う見込みである。

- ① 特定プローブデータを活用した車両運行管理支援サービスを提供する情報提供サービス事業者（以下、「ASP」という）、あるいは、自ら特定プローブデータを受信して活用しようとする車両の使用者（運送事業者やバス事業者等）は、配信事業者に申し込みを行い、契約する。
- ② ASP は、配信事業者から開示されたシステム間の接続に関する仕様書等を参照し、配信事業者から特定プローブデータを受信し処理するシステムを開発する。
- ③ ASP は、特定プローブデータを用いた車両運行管理支援サービスの提供先（運送事業者やバス事業者等といった車両の利用者）の情報と特定プローブデータを収集する ETC2.0 車載器の識別情報を配信事業者に通知する。
- ④ 配信事業者は、ASP から通知を受けた識別情報を ASP 毎に管理するとともに、識別情報を一括してプローブデータを取り扱うシステムに登録する。これにより、識別情報に合致するプローブデータ（これが特定プローブデータとなる）のみが配信業者に届けられることとなる。
- ⑤ 配信事業者は、ASP 毎に管理する識別情報に基づき、取得した特定プローブデータを ASP 単位に振り分けて配信する。特定プローブデータは、届け出された ASP にのみ提供するもので、それ以外には提供しない。
- ⑥ ASP は配信された特定プローブデータを用いて、サービスの提供先ごとに画面や帳票等のサービスを生成し提供する。

5 今後に向けて

本稿では、今年度から本運用が開始される予定の ETC2.0 車両運行管理支援サービスについて、これまで実施された社会実験の成果を踏まえ、概要を紹介した。当機構は、ETC2.0 の普及促進、物流事業を含む道路利用者の利便性向上、さらなる安全・安心な道路交通の実現に向けた活動の一翼を担い、本サービスの配信事業者として活動している。

また、本サービスを含む様々な ETC2.0 関連サービスの活用を広げるには、インフラから車載器への情報提供（ダウンリンク）やインフラによる車載器からの情報収集（アップリンク）の用途拡大を図るためのデータ形式の拡充も望まれる。

当機構としては、今後、サービスの多様化とデータ形式等の関連仕様の改訂による拡充を両輪として、継続的に取り組む所存である。

アジアの協調システムの動向 ～韓国・台湾の V2X～

中村 徹

ITS・新道路創生本部

日本の路車協調システムは世界に先駆けて実運用されている。欧州では 2012 年の ITS 世界会議ウィーン大会で路車協調システムのデモンストレーションが実施されたが、本格的な実運用はまだである。また、米国の協調システムは車車間の研究開発が先に行われ、路車間では 2017 年の ITS 世界会議モントリオールでデモンストレーションが実施された。

アジア地域において、協調システムの研究開発は日本だけでなく韓国や台湾でも行われている。両国で実施されている協調システムの研究開発は、日本よりもスタートは遅いが、日本・欧州そして米国で開発されたシステムや国際会議で実施されたデモンストレーションを参考にして、その技術の向上は実運用ができるほどの状態であり、両国の技術動向は見過ごすことができない。

本報告では、韓国と台湾で行われている車車間・路車間の協調システムの実証実験や開発動向について調査した内容について報告する。

はじめに

日本は路車協調システムを世界に先駆けて実運用が開始され、車載器（ETC2.0 サービス用の車載器）を購入すれば誰でも路車協調サービス（ITS サービス）を受けることができる。しかし、欧州や米国では、ITS のサービスは主に ETC（Electric Toll Collection）だけで、路車協調サービスはまだ実運用になっていない。この様なことから、日本は ITS 技術では世界の先を進んでいると思われる。

日本は ITS の最新動向を調査するとき、欧州や米国の研究開発の動向に着目する事が多く、アジア諸国における ITS の最新動向にはほとんど注目していない。だが、日本から近い国（韓国、台湾そして中国）でも ITS について研究開発が行われ、日本と同様の技術やサービス

だけでなく、外国の市場を意識した技術やサービスの開発が行われている。韓国や台湾は、日本よりも ITS 技術開発のスタートは遅かったが、現在の両国の ITS 技術は、日本と同等レベルに近づき、国外への市場展開を考えて研究開発を行っている。そこで、韓国と台湾の協調システムの技術開発動向について調査した。

2 韓国・台湾の協調システム

韓国と台湾は自国の交通事故削減を目標に ITS 技術（車車間・路車間の協調システム）を開発し、ITS 技術によって交通事故の削減を目指している。韓国と台湾の交通事故に関するデータを日本と対比できるように、表 1 に韓国と日本の交通事故データ、表 2 に台湾と日本の交通事故データを示す。

表 1 韓国と日本の交通事故データ

韓国の交通事故データ		日本の交通事故データ	
交通事故数	: 215,354 件	交通事故数	: 629,021 件
交通事故死者数	: 5,092 人	交通事故死者数	: 4,373 人
交通事故負傷者数	: 328,711 人、	交通事故負傷者数	: 781,494 人
登録車両台数	: 20,002,967 台	登録車両台数	: 76,892,517 台
出典：韓国の警察統計 2013 年		出典：日本の警察庁統計 2013 年	

また、両国で研究開発されている ITS 技術は、世界で共通となり得るシステムを基本に開発を行っている。自国で開発した機器をそのまま国外へ販売することも視野に入れて技術、サービスの開発を行っている。

車両台数を基準に事故件数を見ると、日本よりも韓国（事故件数は日本の約 1.3 倍）と台湾（事故件数は約 6 倍）の交通事故件数は多く、韓国と台湾にとって交通事故の削減は急務であることがわかる。

2-1 韓国の協調システム

韓国では交通事故、渋滞、大気汚染の課題があり、これらを減らす目的で協調 ITS サービス（以下：C-ITS）の技術開発と全国展開を 2014 年～2020 年の短期計画、2021 年～2025 年の中期計画そして 2026 年～2030 年の長期計画を立てている。C-ITS は 5.9GHz（WAVE）の通信を利用して、路車協調サービス、車車協調サービスそして歩車協調サービスを検討している。

C-ITS の実現に向けて、2014 年 7 月～2017 年 7 月（当初予定は 2016 年 12 月まで）にパイロットプロジェクトがソウルから南へ約 100km、バスで 1 時間半～2 時間の世宗特別自治市（韓国の中央官庁が集まる行政中心複合都市）と大田広域市で実施された。

※ C-ITS は Cooperative Intelligent Transport Systems の略語

● C-ITS

C-ITS は短期（2014 年～2020 年、この内 2014 年～2016 年をパイロットプロジェクト）、中期（2021 年～2025 年）そして長期（2026 年～2030 年）に分けて計画されている協調 ITS サービスである。それぞれの目標を表 3 に示す。

パイロットプロジェクトは韓国の国土交通省が主導し、韓国高速道路公社、ITS 韓国そして韓国交通研究所がシ

表 2 台湾と日本の交通事故データ

台湾の交通事故データ		日本の交通事故データ	
交通事故数	: 285,376 件	交通事故数	: 472,069 件
交通事故死者数	: 1,517 人	交通事故死者数	: 3,694 人
交通事故負傷者数	: 378,602 人、	交通事故負傷者数	: 579,746 人
登録車両台数	: 7,926,821 台	登録車両台数	: 81,260,206 台
出典：台湾の警察統計 2017 年		出典：日本の警察庁統計 2017 年	

表 3 C-ITS の計画

	短期計画 (2014～2020)	中期計画 (2021～2025)	長期計画 (2026～2030)
対象道路	高速道路 68% 国道 0% 地方道路 0%	高速道路 100% 国道 16% 地方道路 12%	高速道路 100% 国道 67% 地方道路 17%
安全支援サービスの開発	路車間	路車間・車車間	車車間・歩車間
路側機の設置目標	2017 年～2020 年に 韓国内の全高速道路	2021 年～2025 年に 都市部の国道	2026 年～2030 年に 主要な地方道
車載器の普及目標	10%	50%	70%
予算	約 829 億円 (内約 17 億円はパイロットプロジェクト)	約 1,334 億円	約 1,317 億円
総予算	3.5 兆ウォン(約 3,500 億円)		

ステム構築、運用、規格そして影響分析を行った。このプロジェクトは、大田 - 世宗間の 87.8km（高速道路 26km、都市部道路 2.9km、地方道路 58.9km）の道路を利用して 2014 年 7 月～2017 年 7 月まで 15 の車車・路車協調サービスを実施した。韓国政府は 2020 年までに全ての高速道路に路車協調サービスのシステムを導入する計画である。

C-ITS の実現に向けては、高速道路と一般道の路側機の設置は国で行い、管理・運営を韓国高速道路公社が行う事となっている。

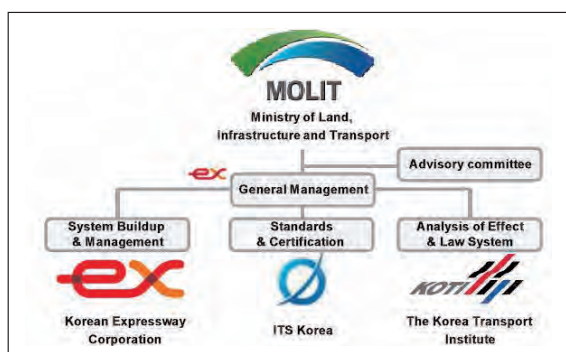
● C-ITS のサービス内容

C-ITS のサービスは、高速道路と一般道路の両方の道路でサービスの提供が行われる予定で、車車間・路車間・歩車間の 15 種類のサービスが考えられている。サービスの内容を図 3 と表 5 に示す。

前方衝突警報には、前車急ブレーキ警報と前方低速車情報の 2 種類がある。また、上記のサービス以外に、高速道路の合流注意情報が追加されている。

2-2 台湾の協調システム

台湾も韓国と同様に交通事故が多いため、交通事故削減のために V2X（車車、路車など車と接続）の協調シ

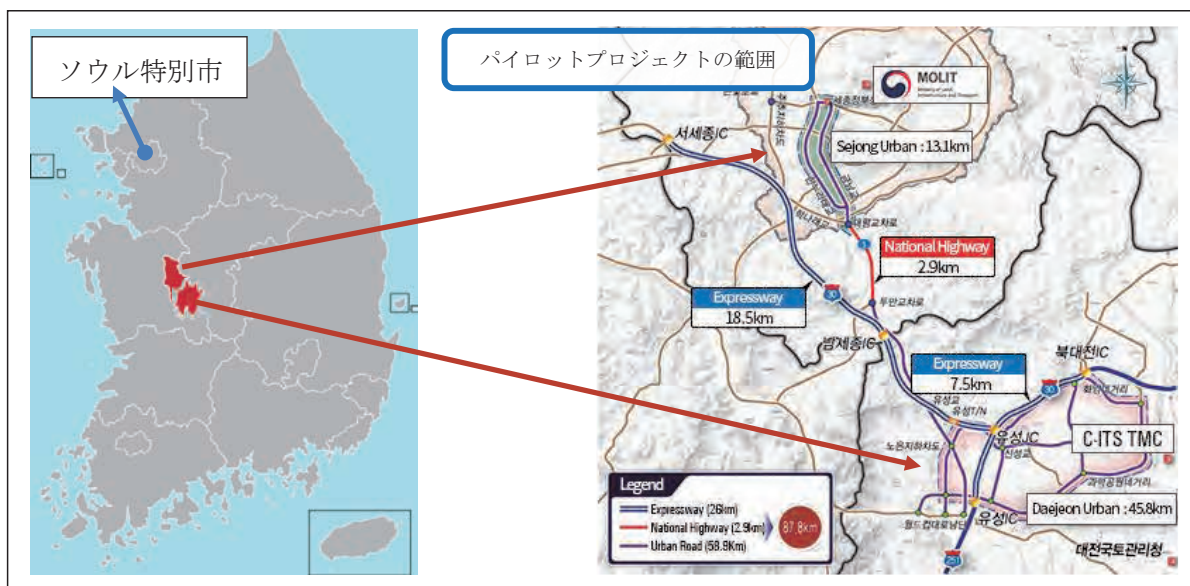


(出典 : <http://www.c-its.kr/english/getMain.do>)

図 1 C-ITS の組織図

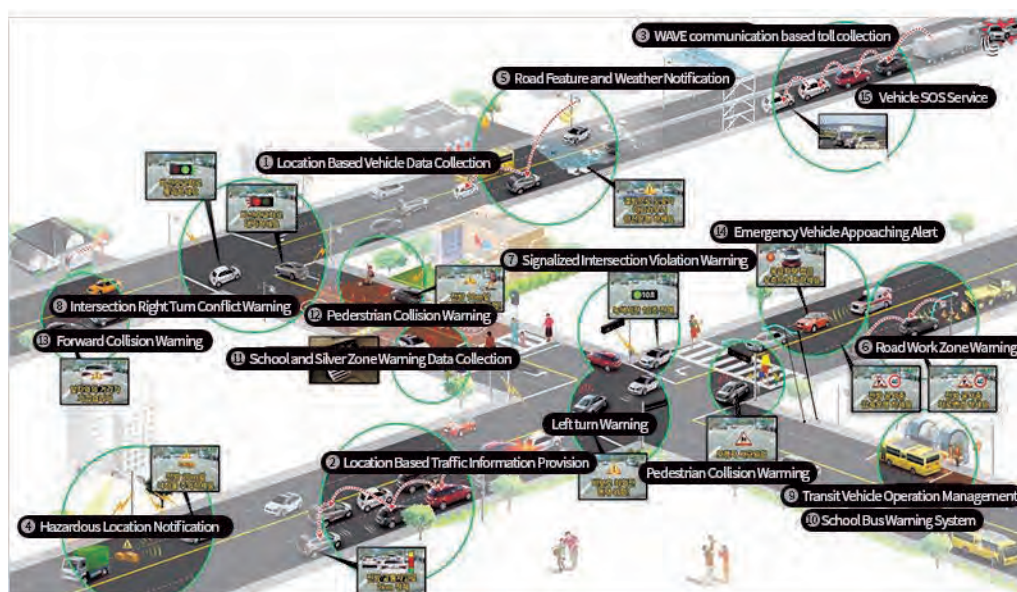
表 4 C-ITS パイロットプロジェクト概要

通信	WAVE (5.9GHz)	
車載器	3,000 台	
路側機	アンテナ	79 箇所
	カメラ	9 基
	信号情報	12 基
	人感知システム	6 基
	気象観測機	1 基
	フリーフローETC	3 基
サービス	15 種類	



(出典 : <http://www.c-its.kr/english/getMain.do>)

図 2 パイロットプロジェクトの場所



(出典 : <http://www.c-its.kr/english/service.do>)

図 3 C-ITS のサービスイメージ図

表5 C-ITS のサービス内容

1 プローブデータ収集	6 道路作業区域警告	11 学校とシルバークロッシング警告
2 交通情報提供	7 信号情報	12 歩行者衝突警告
3 フリーフロー料金収受	8 交差点右折衝突警告	13 前方衝突警告
4 障害物危険情報	9 乗り継ぎ車両運行管理	14 緊急車両接近警告
5 気象情報	10 スクールバス警告システム	15 車両緊急警告

システム（以下：iRoadSafe）を導入し、運転手や歩行者に対して注意喚起情報の提供を行っている。台湾の協調システムは 2009 年から車載器の開発を行い、2017 年に開発された車載器はルームミラー型となっている。また、交通事故を未然に防ぐ安全安心のシステムとして、歩行者・自転車・オートバイも注意喚起情報を受け取れるポータブル端末も開発されている。

● iRoadSafe

iRoadSafe（台湾の協調システム）は、台湾の 4 市で実験を行っている。場所は図 6 を参照。

実験場所は、交通量が多くて事故が多い箇所が選ばれ

ている。

路側機の構成は、CCD カメラ、レーダー、5.9GHz アンテナ（DSRC）そして処理端末である。

注意喚起情報の提供は、「レーダー」で車両の動きを検知し、左方向から車両が接近している場合や車両が追突しそうな場合（追突の予測）を路側機の「処理端末」で判断し、注意情報を「注意喚起情報板」に表示させ、「車載器」に情報を送信する。

● iRoadSafe のサービス内容

iRoadSafe のサービスは、高速道路と一般道路の両方の道路でサービスの提供が行われる予定で、車車間・路車間・歩車間の 15 種類のサービスが考えられている。サービスの内容を図 8 に示す。下記以外に路面電車交差注意情報もある。

3 今後の計画

韓国と台湾の協調システムの通信メディアは、欧州や米国で今後利用させるであろう WAVE（5.9GHz）を採用している。2017 年の ITS 世界会議モントリオール大

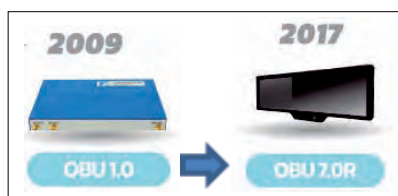


図 4 台湾の車載器



図 5 ポータブル端末



図 6 実験場所



図 7 路側機一式



図8 iRoadSafe のサービス

会では、韓国のメーカーが路車協調システムのデモンストレーションで欧州企業に WAVE (5.9GHz) のアンテナを供給していた。

韓国と台湾は自国の市場が限られているので、国内の展開だけでなく外国への市場展開を考えて協調システムを製作していると思われる。

3-1 韓国の今後の計画

協調システム用の車載器は、試験段階なのでまだ高価なため自動車への装着には長い時間が必要と思われる。路側インフラは政府主導で整備を進める方針で、高速道路と一般道路の路側インフラおよびサービスの整備と運用は韓国道路公社が任されることとなっている。

将来的な構想としては、現代自動車 (HYUNDAI) や起亜自動車 (KIA) の新車には、最初から WAVE (5.9GHz) のシステムを搭載した車両を販売する予定とのこと。

3-2 台湾の今後の計画

現在は実験中のため、システムの管理は ITRI (工業技術研究院: 台湾政府が設立した研究機関) が行い、パソコンで常に監視 (注意喚起を表示させた回数、追突を予測した回数が記録) できる状況となっている。実運用 (時期は未定) ではシステムは市が管理・運用する予定となっている。将来的には機器を外国へ販売することを想定している。

2019 年に路車協調システムによる自動運転の実験施設が完成する予定であり、iRoadSafe の技術が利用され

れると思われる。(台湾には車メーカーがないので、インフラ設備をメインに自動運転について研究・試験を実施予定)

4 おわり

協調システムは各国で検討されているがまだ実運用には至っていない。だが、日本以外の各国の共通部分は通信メディアに WAVE (5.9GHz) を利用しているところである。韓国と台湾は WAVE を用いたシステムや機器を開発し、自国の展開だけでなく外国への市場展開も視野に研究開発を行っている。

ITS の研究開発動向について、日本としては欧州や米国に注目するだけでなく、近隣の韓国と台湾についても注目した方が良いと思われる。また、中国の ITS の技術開発動向にも注目する必要があると考える。

表6 日本、韓国、台湾の比較

	台湾	韓国	日本	
通信メディア	5.9 GHz	5.9 GHz	5.8 GHz	IR
対象道路	高速道路、一般道	高速道路、一般道	高速道路	一般道
状況	試験中	試験中	実運用	実運用
V2X	V2V V2I V2P (person)	V2V V2I	V2I	V2I

「道路法等の一部を改正する法律」について

国土交通省 道路局 路政課

1 はじめに

道路法（昭和 27 年法律第 180 号）は、道路網の整備を図るため、道路に関して、路線の指定・認定、管理、構造、保全、費用の負担区分等に関する事項を定める基本法として昭和 27 年に成立・施行されています。

今般、道路の改築に係る国費率をかさ上げる道路財特法^{*}の規定が平成 30 年 3 月 31 日で適用期限を迎えることから、かさ上げ措置の適用期限の延長を図るとともに、近年の道路を取り巻く政策課題を踏まえ、道路管理の充実による道路の安全性の更なる向上や物流生産性の向上を図るため、道路法において沿道区域内の土地管理者への損失補償を前提とした措置命令権限や重要物流道路制度等を規定する「道路法等の一部を改正する法律」が本年 3 月 30 日に成立し、3 月 31 日に公布されました（平成 30 年法律第 6 号）。ここでは、今回の改正の背景、その概要について紹介します。

なお、本改正法のうち、道路財特法第 2 条の改正規定については 4 月 1 日から施行されており、その他の改正規定については公布の日から起算して 6 月以内の政令で定める日から施行することとされています。

※道路整備事業に係る国の財政上の特別措置に関する法律

2 背景

国民の安全・安心の確保や生産性の向上等による成長力の強化などを図るため、道路財特法により、平成 30 年 3 月 31 日までの時限の措置として、道路の改築に係る国費率のかさ上げがなされているところです。道路の整備により、引き続き地域の生産性向上や地方創生を図ることが必要である中で、当該特例が延長されない場合には地方公共団体の負担が増大すること、また、今後老朽インフラの修繕が急務であること等に鑑み、今般、そ

の適用期間を延長する等の措置を講じることが必要となっていました。全国の地方公共団体からも道路財特法に基づくかさ上げ措置の延長を求める強い要望が寄せられていたところです。

また、道路は、我が国の貨物輸送の大半を占め、物流上重要な役割を果たしていますが、近年、電子商取引の拡大等により物流需要が増加する一方で、深刻なドライバー不足が進行するなど、物流をめぐる危機的な状況が顕在化しており、物流生産性の向上を図ることが喫緊の課題となっています。

とりわけ、我が国の物流上重要な輸送機能を担うべき道路において、

- ・道路構造上の制約による大型トラック等の円滑な通行の支障
- ・災害時に重要な輸送路の啓開・復旧を被災自治体が迅速に行うことが困難

等の課題が生じており、平常時・災害時を問わない安定的な輸送を確保するため、物流上重要な貨物輸送網において、トラックの大型化に対応した道路構造の強化等の機能強化を講じ、物流生産性の向上を図ることが必要となっています。

さらに、道路は、その安全の確保が重要となっておりますが、

- ・幅員が狭い歩道において電柱等による歩行者の安全・円滑な通行への支障
- ・下水道など、地下に埋設された占用物件の損傷に起因する道路陥没の発生
- ・道路区域外からの落石、土砂崩落などによる道路構造や交通への支障

といった課題が生じており、道路管理の充実により道路の安全性の更なる向上を図ることが必要となっています。

こうした背景を踏まえ、道路財特法に基づく特例の期限切れに対応するとともに、物流生産性の向上や老朽イ

ンフラの修繕等が確実に促進されるよう、今般、道路法等を改正し、所用の措置を講じることとしました。

3 道路整備に関する財政上の特別措置の継続（道路財特法）

道路財特法では、平成 20 年度以降 10 箇年間に於ける地方公共団体に対する道路の改築に関する国費率について、道路法で定める国費率（主に 1/2）等の規定にかかわらず、7/10 以内で特別の定めをすることができるとされていました。

（国の負担又は補助の割合の例）

- ・ 高速自動車国道と一体となって全国的な自動車交通網を構成する自動車専用道路として国土交通大臣が指定する一般国道の改築で国土交通大臣が行うもの：7/10

- ・ 中心都市又は周辺市町村における安全かつ円滑な交通の確保に特に資する道路として国土交通大臣が指定する都道府県道又は市町村道の改築：5.5/10

※この他に、後進特例法（後進地域の開発に関する公共事業に係る国の負担割合の特例に関する法律）により財政力に基づくかさ上げあり

この国費率の引き上げは、道路の安全性や生産性の向上等を図る上で重要な役割を担うものであり、全国の地方公共団体から強い要望があったこと等も踏まえ、今回の改正により当該特例の適用期限を平成 30 年度以降 10 箇年間に延長することとしました。

なお、この延長に併せて、財政力の低い地方公共団体への支援の強化、社会資本整備総合交付金及び防災・安全交付金に係る補助又は負担割合の特例の対象を重点配分対象事業に重点化する等の措置を併せて講じることとしています。

4 道路管理の充実による道路の安全性の更なる向上

4-1 補助国道の修繕に係る国費率のかさ上げ措置の新設（道路財特法）

道路インフラの老朽化が進み道路の修繕が急務となる

中、今後、加速度的に増加する老朽化した道路インフラに対応するため、予防保全を前提としたメンテナンスに計画的に取り組むことが必要です。

橋梁等の道路インフラについては、地方公共団体が管理するものが高い割合を占めており、そのうち補助国道については従来、国費率のかさ上げ措置が設けられておりませんでした。このため、老朽化対策に係る財政面の支援によりメンテナンスを計画的に実施すべく、今回の改正において道路財特法第 2 条に基づく国費率のかさ上げの対象として道路の修繕を追加することとし、補助国道の修繕についても、現行の国費率 5/10 から、改築と同様、国費率のかさ上げを適用できることとしました（国費率 5.5/10 等）。

4-2 沿道区域内の土地等の管理者に対する措置命令に係る損失補償（道路法第 44 条第 5 項から第 7 項関係）

道路法において、道路管理者は、道路の構造に及ぼすべき損害を予防し、又は道路の交通に及ぼすべき危険を防止するため、条例又は政令に定める基準に従い、道路の各一側について 20 メートル以内の道路に接続する区域を沿道区域として指定することができることとされています（道路法第 44 条第 1 項）。

沿道区域においては、当該区域内の土地、竹木又は工作物（以下「土地等」という。）が道路の構造に損害を及ぼし、又は交通に危険を及ぼすおそれがある場合、

- ・ 当該土地等の管理者に道路の構造の損害や交通の危険を防止するため一定の損害予防義務が課される（同条第 3 項）とともに、
- ・ 道路管理者は、特に必要があると認める場合においては、土地等の管理者に対して、施設の設置など、道路の構造の損害又は交通の危険を防止するため必要な措置を講ずべきことを命ずることができる（同条第 4 項）

こととされています。

近年、道路区域外からの落石、土砂崩落等により、道路の構造や交通に支障を及ぼす災害が発生しており、それらを未然に防止するための対策が急務となっていますが、近年の落石事故等の実態を踏まえると、災害発生の原因箇所を沿道区域に指定し、落石防護ネットの設置や

浮石除去等、特別の負担を伴う損害予防措置を土地等の管理者に講じさせることが有効な対策として考えられます。しかしながら、改正前の道路法では、土地等の管理者に対して特別の負担を伴う措置を講じさせる場合の損失補償の規定がないことから、竹木の枝の切除等、社会的受忍限度内の軽微な制約しか課すことができず、道路の構造への損害や交通の危険を防止する上で実効性のある措置の実施を求めることは困難となっていました。

このため、今回の改正により、沿道区域に係る損失補償規定を新設し、道路管理者は、道路法第44条第4項に基づく措置命令により損失を受けた者に対して、通常生ずべき損失を補償しなければならないこととし、これにより、竹木の枝の切除等の軽微な措置にとどまらず、落石防護ネットの設置や浮石除去等、道路の構造への損害や交通の危険を防止する上で実効性のある措置を土地等の管理者に命じることを可能としました。

4-3 占用物件の維持管理義務（道路法第39条の8及び第39条の9関係）

近年、占用物件が道路の構造や交通に支障を及ぼす事例が多数発生していますが、特に、下水道の管路等、地下に埋設された占用物件について、これらの損壊に起因する道路陥没が多発しており、その対策が大きな課題となっています。

しかしながら、改正前の道路法では、占用物件の維持管理について特段の規定が設けられておらず、占用物件に起因する道路構造の損傷防止については、道路管理者の指導や道路占用者による自主的な取組に委ねられていました。

このため、今回の改正において、道路占用者は国土



下水道の老朽化による道路陥没

交通省令で定める基準に従い占用物件の維持管理をしなければならないことを規定するとともに、道路管理者は、道路占用者が当該省令で定める基準に従って占用物件の維持管理をしていないと認めるときは、当該道路占用者に対し、その是正のため必要な措置を講ずべきことを命ずることができることとしました。

また、道路占用者が占用物件の維持管理義務を適切に履行していることを道路管理者が確認・把握すること等が必要となるため、併せて、道路管理者は、占用許可等の道路法に基づく許可等を受けた者に対して、必要な報告をさせ、又は、事務所等に立入り、書類等の検査をすることができる旨の規定を設けることとしました。

4-4 歩道における占用の禁止又は制限（道路法第37条関係）

適切な歩道空間を確保することは、災害の防止や安全・円滑な交通の確保等の観点から重要となっておりますが、幅員が著しく狭い歩道においては、電柱等が歩行者や車いす利用者等への安全・円滑な通行の支障となっています。このような状況の改善にあたっては、歩道拡幅等による対応が困難な場合には、電柱等の占用の禁止又は制限が有用な方策と考えられます。

しかしながら、改正前の道路法（第37条）では、道路管理者は、

- ・交通が著しくふくそうする道路や幅員が著しく狭い道路について車両の能率的な運行を図るために特に必要があると認める場合
- ・災害が発生した場合における被害の拡大を防止するために特に必要があると認める場合

に限り、区域を指定して、道路の占用を禁止又は制限することができることとされており、歩車道が分離された



電柱により通学児童が車道にはみ出す

歩道については占用制限を行うことができませんでした。

このため、今回の改正により、占用の禁止又は制限の対象として「幅員が著しく狭い歩道の部分について歩行者の安全かつ円滑な通行を図るために特に必要があると認める場合」を追加することとしました。

4-5 重要物流道路における国土交通大臣による道路啓開・災害復旧の代行（道路法第48条の19関係）

近年、災害の頻発化や激甚化が進む中、多くの緊急輸送道路が被災する事態や大雨による通行止めの発生などの懸念が高まっており、また、被災時には地元の地方公共団体のみで道路啓開や災害復旧を迅速に行うことが困難な状況にあります。災害発生時における救助・救援活動の支援や緊急支援物資等の安定的な輸送を速やかに確保するためには、事前に物流上重要な道路輸送網（重要物流道路（後述5、5-1、（1）参照））やその代替路を指定した上で、これらの道路について災害時に迅速に道路啓開・災害復旧を図ることが重要となっております。

現行制度では国による災害復旧の代行が一定の大規模な場合に限定されるなどの課題があることから、今回の改正において、

- ①重要物流道路及びその代替路となる道路（指定区間外国道、都道府県道又は市町村道）について、地方公共団体の要請に基づき、国が本来の道路管理者に代わって災害時の道路啓開（維持）を行うことができるようにするとともに、
- ②重要物流道路及びその代替路となる道路（都道府県道又は市町村道）について、地方公共団体の要請に基づき、国が本来の道路管理者に代わって災害復旧工事（高度な技術力・機械力を有するものに限る。）を行うことができることとしました。



災害時の道路啓開

5 「重要物流道路制度」による物流生産性の向上

5-1 重要物流道路の創設（道路法第48条の17から第48条の19関係）

（1）国土交通大臣による重要物流道路の指定（道路法第48条の17関係）

道路は、我が国の物流の基幹となる重要な輸送機能を担っていますが、

- ・道路構造上の制約による大型トラック等の円滑な通行の支障
- ・災害時に重要な輸送路の啓開・復旧を被災自治体が迅速に行うことが困難

等の課題が生じており、平常時・災害時を問わない安定的な輸送を確保するため、物流上重要な貨物輸送網において、トラックの大型化に対応した道路構造の強化等の機能強化を講じ、物流生産性の向上を図ることが必要となっています。

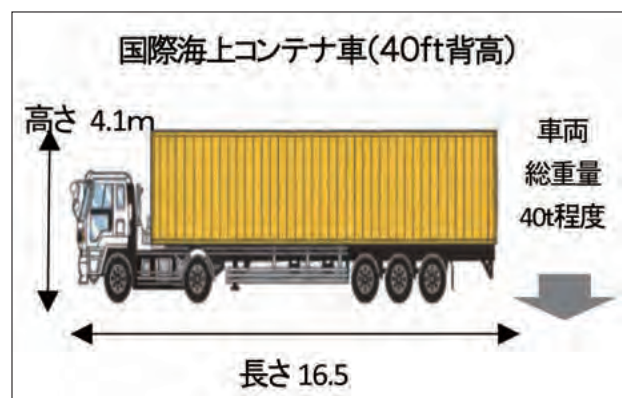
このため、今回の改正により、平常時・災害時を問わない安定的な輸送を図るため、国土交通大臣が物流上重要な道路輸送網を「重要物流道路」として指定し、機能強化、重点支援を行うこととしました。

具体的には、道路の構造、貨物を積載する車両の運行及び沿道の土地利用の状況、これらの将来の見通しその他の事情を勘案して、全国的な貨物輸送網の形成を図るため、貨物積載車両の能率的な運行の確保を図ることが特に重要と認められる道路について、国土交通大臣が重要物流道路として指定することができることとし、これらの道路について、

- ・国際海上コンテナ車等の円滑な通行を図るため、通常の道路より水準が高い特別の構造基準の適用
- ・高速道路から物流施設等に直結する道路の整備に係る無利子貸付制度の創設
- ・重要物流道路及びその代替路について、災害時の道路啓開又は災害復旧工事の国による代行を措置することとしています。

(2) 重要物流道路の構造の基準（道路法第48条の18関係）

道路の構造については、道路構造令において、幅員や建築限界等、構造に関する技術的基準を定めていますが、近年、背高コンテナを積載しているセミトレーラ連結車について、建築限界が十分でないトンネルや高架下の道路を円滑に走行することが困難である等の課題が生じており、物流上重要な貨物輸送網を構成する道路について、車両の大型化に対応した特別の構造基準に適合させることにより、安全かつ円滑な走行の確保や物流生産性の向上を図ることが必要となっています。



このため、今回の改正により、国際海上コンテナ車等の円滑な通行を図る観点から、重要物流道路について通常の道路より水準が高い特別の構造基準によることとするため、重要物流道路に係る構造基準は重要物流道路における貨物積載車両の能率的な運行が確保されるものとして定められなければならないこととしました。

なお、一定の高さ・総重量・長さ等の基準を超える通行車両は道路管理者による通行許可が必要となっていますが、特別の構造基準を満たす重要物流道路については、一定の国際海上コンテナ車の通行に係る許可を不要とすることを予定しています。

5-2 高速道路から物流施設等に直結する道路の整備に係る無利子貸付制度の新設

物流上重要な道路輸送網における円滑な通行の確保を図るためには、重要物流道路制度の創設に加えて、重要物流道路となる高速道路の混雑緩和や周辺一般道路に立地する大規模な物流拠点、工業団地、商業施設等と高速道路のアクセス向上も重要となります。こうした中、民

間事業者の発意と負担により民間施設に直結するスマートICを整備することについての検討の相談が民間企業から寄せられていました。

民間事業者による民間施設直結スマートICの整備は高速道路の利用促進や利便性の向上による物流産業等の生産性向上につながるものですが、多額の費用が必要となることから、財政支援が望ましいとの要望を受け、今回の改正において、国は、都道府県又は市町村が重要物流道路である高速道路に直結する道路（特定連絡道路）に関する工事を行おうとする者に対して無利子貸付による支援を行うこととし、民間施設直結スマートICの整備の促進を図ることとしました。

なお、民間事業者が特定連絡道路に供する土地を取得した場合において、民間事業者に課される登録免許税の非課税措置についてもあわせて講じることとしています。

世界運輸会議 (The future of transportation, World conference) について

国際調整室長 広瀬 順一

REPORT

1 はじめに

本年 2018 年 6 月 19 日から 20 日までの 2 日間の日程にて、ドイツ連邦共和国・ケルン市、ケルンメッセ・コンgres・センターで開催された「世界運輸会議」に出席したので概要を紹介する (図 1)。



図 1 会場外観

本会議では、「都市モビリティとスマートシティ」、「MaaS」、「自動車製造の環境変化」、「飛躍の変化」、「鉄道の課題」、「輸送の持続性」、「インフラとプロジェクト資金」、「自動運転の法律・技術課題」、「都市空輸モビリティ」の 9 分野について、それぞれのテーマの現状課題と対応、将来計画について議論がなされた。各セッションは、同時開催なので、「都市モビリティとスマートシティ」のセッションを中心に聴講した概要内容を今回は紹介する。

セッションでの発表内容は、欧米の発表が主であり最新の関連情報を把握できたのが成果である。

2 最近の傾向

最近は「スマートシティ」について活発な議論が交わされることが多い。この背景には、2050 年には世界人口の 70% が主な都市に集中すると考えられ、人々が快適に生活できる環境を都市が整え、様々な人々のモビリティ需要に耐える都市を整備する必要があるためである。そのためには、「シェアード・モビリティ」、「EV (電動) 化」、「デジタルテクノロジー活用 (コネクティッドカー)」、「サービスアグリゲーター (MaaS) の導入」が必要であり、そのためには行政の法規制改革の実行や開放並びに資金提供を含めた先導 (リード) が必要であるとの「認識の共有」が今回の会議にてなされた。

一方、「自動運転車による乗り物酔い防止の味付けの研究必要性」や「シェアード・モビリティによる利用待ち時間の増加の懸念」、「道路のシェアード・スペース化 (路上駐車スペースを歩行者と共有)」、「マイクロモビリティの導入」など新しい視点の議論も目立った。

3 スマートシティ関連セッションの概要

今般、聴講した、スマートシティ関連セッションの概要について簡単に紹介する。

☆Key changes in the automotive ecosystem:

urbanisation, digitisation, sustainability – what's in it for me?

Massimo Martinotti, head of project management and business development, Italdesign, ITALY

- ・ 2000 年には 46% であったが、2050 年には人口の 70% が都市へ集中することが予想される。
- ・ シェアード・モビリティの実現のためには、法規制の縛りを開放し、use all space available (空も)、EV 化、optimize

mobility demand、の導入を図り、future mobility services are team efforts を認識するべきである（図2）。

☆A new era of smart cities

Jan Tijs Nijssen, Associate partner, McKinsey & Company Inc, NETHERLANDS

Nils Köster, Senior consultant, McKinsey & Company Inc, GERMANY

- ・コネクティッド・デバイス（センサー）などのデジタルテクノロジーを活用し、生活品質を 10 ～ 30% 改善できる 60 のスマートシティ・アプリを明確化した。
- ・世界 50 都市を評価した結果、E-Hailing（ウーバーなど）によりモビリティのシェアード化の効果が大きいことが判明したが、行政のリード（主導）と資金提供が必要である（図3）。

☆Putting the passenger at the heart of transport

digitization

Russell Goodenough, Client managing director - transport sector, Fujitsu, UK

- ・公共交通やロジスティクスへのデジタルテクノロジー・サービスの活用が重要とのこと。
- ・ロンドンの地下鉄では乗客のスマートフォンの MAC アドレス・データを活用しているとの事例が紹介された。（客の動線を MAC アドレスで把握し、公共交通機関の需要計画に反映しサービスの改善に活用されている。）

☆Towards seamless integrated mobility in smart cities

Thomas Pottebaum, Director automotive strategy, Deloitte Consulting, GERMANY

- ・シームレス・インテグレートッド・モビリティの概念（シェアード・モビリティ実現のためのサービス・アグリゲーターの必要性、モビリティ・マネージメントの重

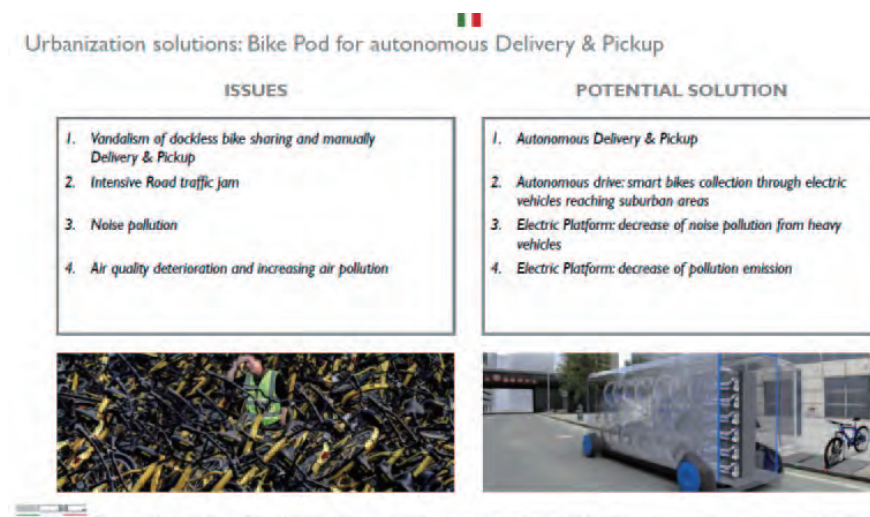


図2 バイクシェアの乗り捨て回収の解決に AV 型運搬移動車の導入案（発表資料から抜粋）

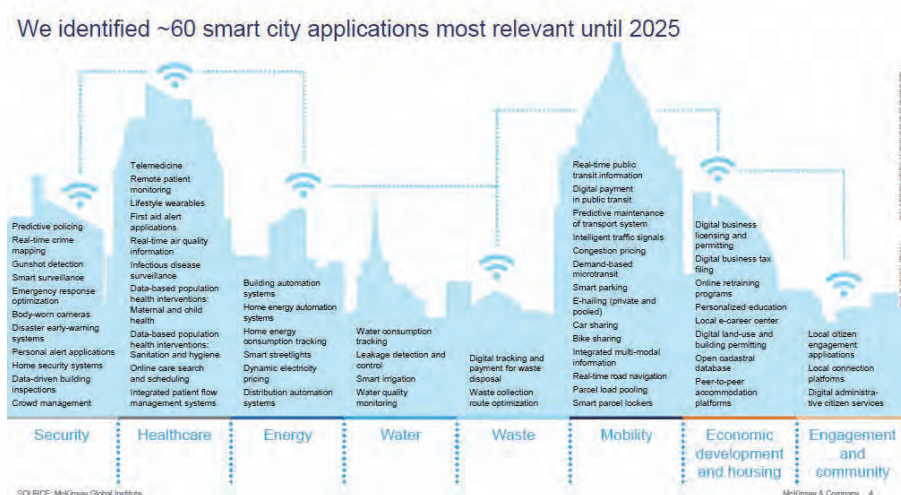


図3 生活品質を 10 ～ 30% 改善できる 60 のスマートシティ・アプリの例（発表資料から抜粋）

The future mobility ecosystem offers the promise of seamless and integrated mobility, enabling moving from point A to B faster, cheaper, safer, greener, and more convenient.

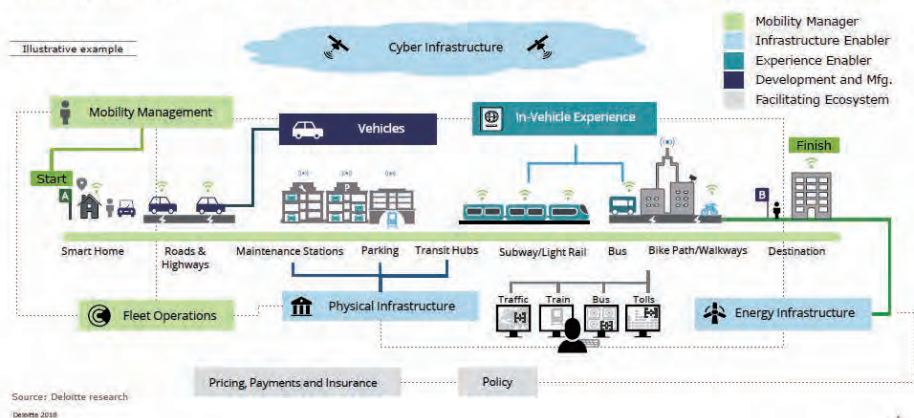


図4 シームレス・インテグレートッド・モビリティの概念（発表資料から抜粋）

要性)が紹介された。MaaS やビッグデータが重要になるとのこと。

- ・シェアードEVでは中国が世界第一の市場になると予想するとのこと（図4）。

- ☆Technology push versus human demand – driving and being driven

Prof Jelte Bos, Researcher, TNO, NETHERLANDS

- ・ヒューマン・ファクターを十分考慮すべきとの警鐘がされた。
- ・AV（自動運転車）の車酔い（sickness）を考慮したAVのモーションの最適化が重要であるとのこと。共同研究の提案もされた（図5）。

☆Mobility in the city of tomorrow

Ralf Frisch, Solution director MaaS – Mobility as a Service,

PTV Group, GERMANY

- ・シェアード・モビリティの欠点（複雑なネットワークによる待ち時間の増加、移動距離の増加）の指摘があった。
- ・MaaS の料金設定の困難さ（価格が高いとだれも利用しない）も指摘された。
- ・道路のシェアード・スペース化の必要性を指摘された（図6）。

☆Planning for the future of mobility – policy guidelines for local governments concerning innovative mobility services and connected and automated vehicles

Adela Spulber

Transportation systems analyst, Center for Automotive Research, USA

- ・MEDC（ミシガン州経済開発公社）のプロジェクトの

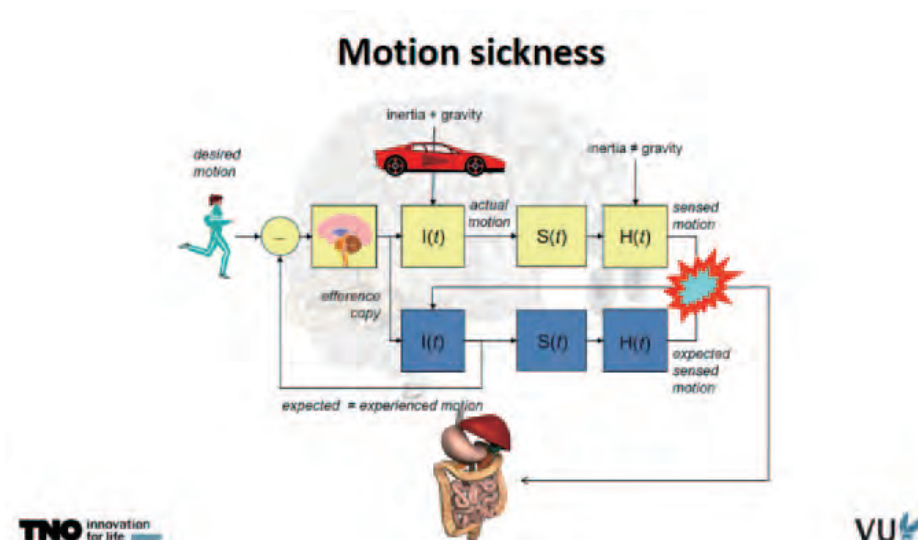


図5 車酔いの原因解析（発表資料から抜粋）

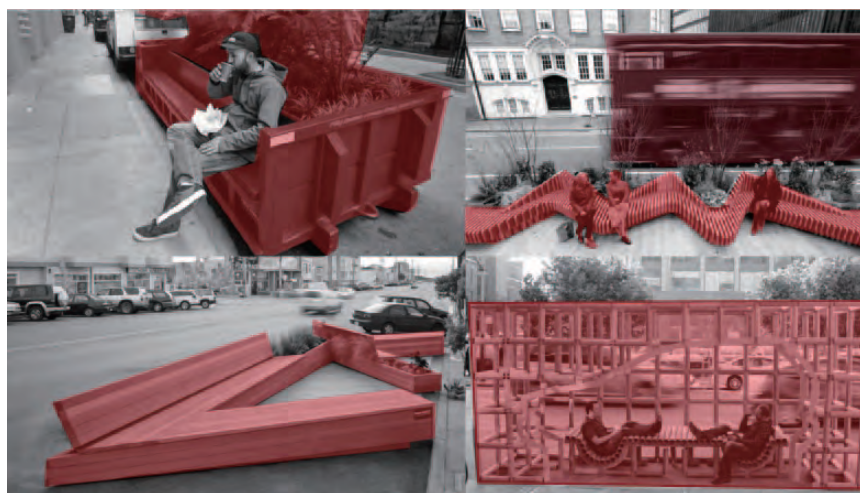


図6 道路のシェアード・スペース化の提案（発表資料から抜粋）

紹介を通した都市の課題対応策を紹介された。

- ・IMS（イノベイティブ・モビリティ・サービス）の紹介があった。ウーバーなどのライドシェア、カーシェアリングの導入により人口の2～32%の人は車を売却する効果があるとのこと。
- ・モビリティが改善されると自宅から勤務先への通勤が苦しくなくなり、人々が郊外に住むスプロール化に進むか、都市内に駐車場が不要となり空いたスペースに郊外から移り住み、都市内の人口が増加する方向に進むなどの効果が出るのが予想されるとのこと。
- ・現実にサンフランシスコでは、路駐用スペースをカーシェアリング用停留所に転換して活用しているケースの紹介があった。
- ・AV（自動運転車）に最適化した道路インフラのあり方の紹介（道路マーキングの明確化）もあった（図7）。

☆Terminal autonomy: future-proofing airports for turbulent technological, regulatory and market skies

Derrick Choi, Aviation & transportation practice leader, Gensler, USA

- ・AV（自動運転車）に最適化した空港設備の課題を紹介された。
- ・米国のケースでは、すでに空港のレンタカー利用や駐車場の利用は低下傾向にあるとのこと（個人の車利用率が低下している）。
- ・AV（自動運転車）の空港での活用例や空港から自宅までのAV利用など将来展望を紹介された（図8）。

☆What will future commuters need and how might businesses plan and prepare for the future by anticipating those needs?

Heather McQuaid, Director and co-founder, Future Tonic, UK

- ・Human Centered Design の概念を紹介された。
- ・都市のモビリティデザインのためのツールを紹介された。

☆Meeting London's transport challenge

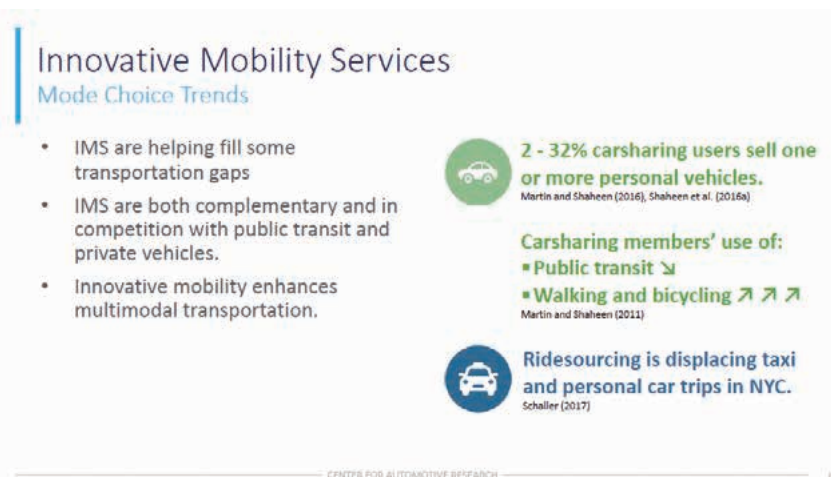


図7 IMS の効果（発表資料から抜粋）



図8 電気自動運転地上高速トランジットの例（発表資料から抜粋）

Electric autonomous Group Rapid Transit (GRT) vehicles on the ground could bring flexibility, passenger convenience and cost-savings for airport and airlines

Steve Kearns, Stakeholder manager, Transport for London, UK

- ・ ロンドンでは 2050 年までに市内での歩行者、自転車利用者、公共交通利用者を 80%にする施策を説明し、ゼロ・エミッションを目指すとの目標を紹介（ULEZ：ウルトラ・ロウ・エミッション・ゾーンを 2019 年 4 月 8 日から導入予定）された。
- ・ 混雑税がうまく導入できたのは、選挙で落選することを恐れず実行した市長がいたからであるとの説明もあった（図 9）。

☆Smart urban mobility: challenges and chances for public transport

Dr Rainer Schwarzmann, Managing director, TransportTechnologie-Consult Karlsruhe (TTK), GERMANY

- ・ 公共交通のチャンスと課題について持論を展開された。

☆A grand challenge – the future of mobility

Richard Bruce, Director of energy, technology and innovation, Department for Transport, UK

- ・ 施策（ポリシー）の立案には、社会の動向（若年層の車所有欲の低下、MaaS/AV/EV/New Mode mobility（ライドシェア、バイクシェア））に留意することが重要との説明があった。また、道路インフラは短時間に簡単に変化させられないことに留意する必要性も指摘された。
- ・ ロンドンは環境のクリーンな成長を目指すことが決まっているし、高齢化や AI にも対応するようになっていくとの紹介があった。
- ・ Regulatory review（法規制の見直し）、Built environment（環境と土地利用の役目の理解）が重要で

Healthy Streets and healthy people



図9 ヘルシー・ストリートの構想（発表資料から抜粋）

あるとのこと。

- ・ 長期計画と短期計画の上手な組み合わせを図ることが重要とも説明があった（図 10）。

☆Flow as driver form – smart emerging station types

Anouk Kuitenbrouwer, Architect and urban planner, KCAP Architects & Planners, SWITZERLAND

- ・ 都市計画の際、デジタルイゼーションが都市の物理的要件を変化させる必要がある。ミュンヘン空港地区やジュネーブやハイデルベルクの都市計画、駅前スペースの都市設計、マイクロモビリティの活用、フレキシブルな設計（将来の新しいモビリティに対応させる）の提言があった。

☆Seamless, self-assembling transit: redesigning mobility

Dr Arwed Schmidt, Senior researcher, RISE Research

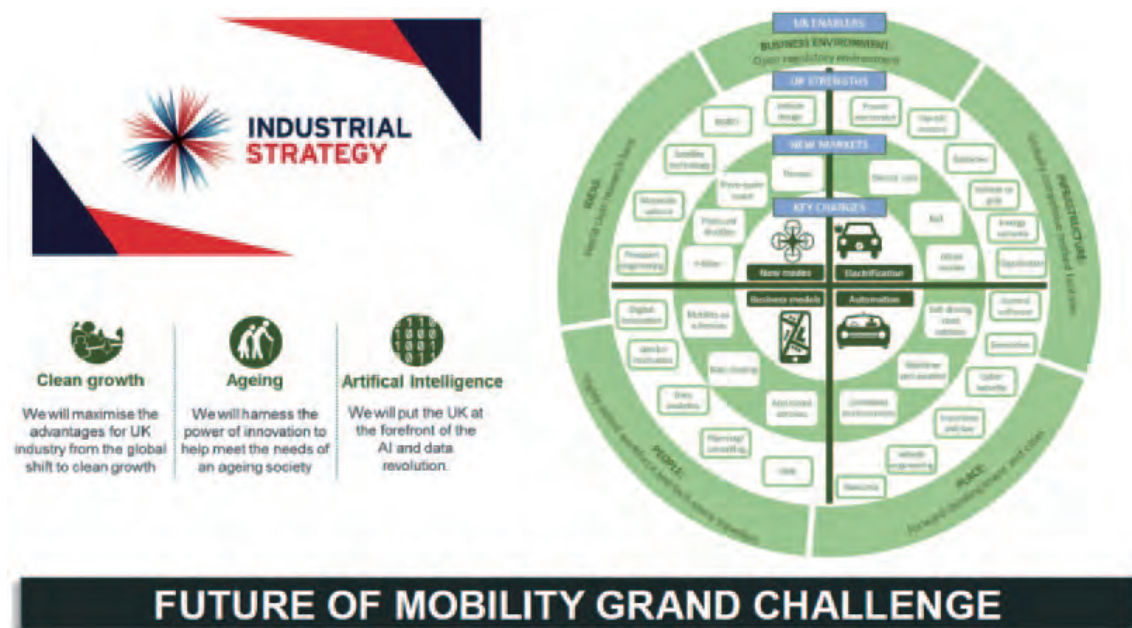


図 10 成長戦略（発表資料から抜粋）

Institutes of Sweden, SWEDEN

- ・EASYMILE（自動運転小型バスシステム）を活用した都市問題（排ガス、化石燃料依存）の解決を提言し、AV/EV（電動自動運転車）のフリート（車両運行）管理を行うことにより、マイクロモビリティ移動需要の95%は解決可能（ほとんどの需要は短距離）であるというシミュレーション結果の紹介があった。例えば、8,000 台の車を 900 台のマイクロモビリティで置き換えることが可能であるとの説明があった。また、空車時間も短縮可能であるとの説明があった。

☆Smartness of urban mobility and quality of life in Vienna

Hermann Knoflachner, University professor, Vienna University of Technology, AUSTRIA

- ・ウィーン市の施策例を挙げ、スマートシティのあり方を説明された。すなわち、個人所有の自家用車は街の外周部から中に入れさせず、市内から個人所有の車を締め出し、公共交通を活用させることによりスマートシティを実現しようとの紹介である。また、AV（自動運転車）は根本的な混雑問題解決にならないとのこと（図 11）。

☆Global urban mobility management – the role of the private sector

Rafael Moreno Cela, O&M manager, OHL Concesiones,



図 11 ウィーン市内は公共交通機関優先（発表資料から抜粋）



図 12 エストニア・タリン市の公共交通機関無料化（発表資料から抜粋）

SPAIN

- ・AV（自動運転車）は中国を始めとして世界に広がるとの説明であった。
- ・ウーバーやリフトは、例えばNYC（ニューヨーク市）ではタクシーの1/4を置き換えている例を紹介された。
- ・重要なのは、インフラがAV導入に向けてセンサーなどのデジタイゼーションが必要とのこと。
- ・例えば、2013年エストニアのタリン市では、公共交通無料化の提言がなされ計画が進行中であり、プローブ情報を利用して公共交通機関ネットワークの運用管理に活用しているとのこと。
- ・インフラの開発者や運用者はサービスプロバイダーになり得ることができ、彼らは行政と協力が可能であるとの説明もあった（図12）。

☆E-fast park Murcia

Jaime Ruiz Huescar, E-mobility manager of Murcia city Spain, Ayuntamiento de Murcia, SPAIN

- ・スペイン国マルシア市のEモビリティ戦略の紹介とEV駐車場プロジェクト（E-FASTPARK）プロジェクトの説明があった。具体的には、スマートフォンアプリとddタグ（QRコードより高速な読み取りが可能とのこと）を活用しているとのこと。電気スクーターCOMPACTmotoによるE-MOTOシェアリングの紹介もあった（図13）。

☆Achieving commercial success in new mobility

Ashish Khanna, Partner and co-lead of L.E.K.'s global new mobility practice, L.E.K. Consulting, UK

- ・ニュー・モビリティの考察を紹介した。ロボタクシー



図 13 ddタグ（発表資料から抜粋）

（AV）はコストも安くサービスの質が良いと考えられるが、利益を生むかがキーである、EV化することにより燃料費を安くできるが充電設備が充実しないと成り立たないとのこと。

- ・ロボタクシー化することにより、無人自動運転化でき人件費が節約できるとの説明があった。

☆Case study: developing the next generation of CAVs

Raphael Ani, Head of intelligent mobility at Wayra, Telefónica, UK

- ・テレフォニカ社の配下でスタートアップ（新規参入企業）に対し資金提供しCAV（コネクティッド及び自動運転車）の実現化を欧米地区で実施中との説明があった。

☆Parking cars autonomously with machine/deep learning

Dr Brian Holt, Head of autonomous driving, Parkopedia, UK

- ・自動バレー・パーキングの開発企業であり、駐車場情報提供会社であるこの会社が、静的・動的情報・屋内地図

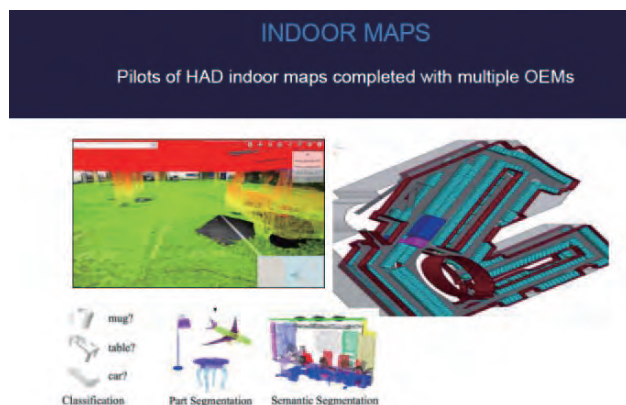


図 14 屋内地図の例（発表資料から抜粋）

の配信業務や支払い業務処理を実施しているとの説明があった。

- ・空きスペースのセンシングに、AI・マシーンラーニングを活用しようとの提言もあった（図 14）。

☆Why smart cities should start with smart public transit
Dennis Mica, Business development manager, 2getthere, NETHERLANDS

- ・港湾でコンテナの自動移動車の導入を実施していた会社である。現在は世界中で自動運転システムを総合システムとして手がけている。GRT と呼ぶ自動運転システムをアブダビ、スキポール、シンガポール、などに納入している。今後 2021 年にブリュッセル空港にも納入する。
- ・AV は渋滞の解消にはならない、公共交通がその役目を果たすことになるとの説明があった。
- ・閉鎖・半閉鎖・非閉鎖のそれぞれの道路環境でのシステムを手がけるとのこと。
- ・システムの寿命は 20 年として設計しているとのこと（図 15）。

☆A vision for future mobility – shaping innovation to meet London's objectives

Dr Polyvios Polyviou, Transport innovation policy manager, TfL - Transport for London, UK

- ・ロンドンは 2041 年には、歩行者・自転車・公共交通での移動を 80% シェアとする目標で様々な施策を進めていくとのこと。
- ・そのためエリザベス線の建設を進め、バスを強化し、人を中心とした都市設計を行うとのこと。
- ・また、ユーザの支払いにコンタクトレスビザカード・モバイルペイメントを進め、同時にその際収集できるビッグデータ情報を活用してサービスの質を上げることも実施していくとのこと。
- ・ヘルシー・ストリートの実現に向け、LEZ/ULEZ（低



図 15 ブリュッセル空港での計画例（発表資料から抜粋）

排ガス汚染地区）の拡大を進めるとのこと。

- ・ドックレス・バイクシェア、自動運転車、コネクティッドカーの導入にも留意するとのこと。
- ・ゼロカーボン化を進め電動化を進める、バスはワイヤレス充電を導入するなどの説明もあった（図 16）。

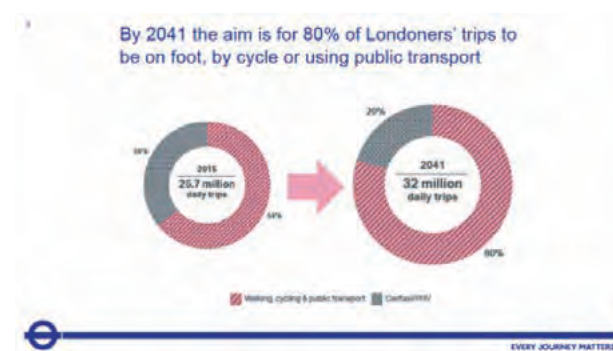


図 16 2041 年には歩行者・自転車・公共交通での移動を 80% シェアとする目標（発表資料から抜粋）

ITS アメリカ 2018 年次総会 出席概要報告

ITS・新道路創生本部 中村 徹

REPORT

1 開催日時

2018 年の ITS アメリカ年次総会は、デトロイトのコボ・センターで開催された。

会議期間は 6 月 5 月～7 日の 3 日間、場所は以前 ITS 世界会議が開催された米国・ミシガン州・デトロイト市のコボ・センター（コンベンションセンター）で開催された（図 1、2）。



図 1 会場全景



図 2 ITS アメリカ 2018 年次総会会場

2 年次総会概要

- ITS アメリカ年次総会は ITS 世界会議のアメリカ版のような会議で、セッション、展示そしてデモンストレーションが実施されている。
- セッションは、自動運転だけのセッションは少なく、自動運転はスマートシティなどに組み込まれた一要素の位置づけになっていた。また、衆目のセッションは、ITS のセキュリティ（サイバーセキュリティ）、CAV（Connected Automated Vehicle：コネクティッド自動運転車）そして ITS の通信メディアであった。
- 展示は、大中小の企業の展示があり、交通情報提供、カメラによる車両認識システム、逆走対策があり、自動運転だけの展示はなかった。
- デモンストレーションは、SPaT（信号タイミング情報を V2I 通信によって車載器に表示）が 4 社、逆走対策が 1 社、自動駐車システムが 1 社、3D 地図の作成が 1 社だった。以前、デトロイトで開催された ITS 世界会議で実施された自動運転のデモンストレーションはなかった。
- デモンストレーションと展示の背景には、DSRC OBU 義務付け NPRM が法案化されるための後押し施策の位置づけで、全米 SPaT チャレンジが US DOT の資金で始まっているため。

3 セッション

- セッションは、CAV、ITS セキュリティ、通信の技術動向情報が多く、それぞれのセッションには聴講者も多く盛況だった。
- 自動運転関連が含まれるセッションでは、「これからの自動運転は車単独ではなく路側機の利用が必要」という

発言がいくつかあった。

- Google の自動運転車開発部門から分社化した「Waymo (<https://waymo.com/>)」という自動運転車開発会社は自律走行の自動運転車を開発してきたが、プレゼンの中で自動運転車にはインフラ設備が今後必要と発言された。
- ITS の通信メディアに関しては、DSRC か携帯電話網かの議論が多かった。5.9GHz に関しては ITS 専用では無くアマチュア無線も使っており干渉の懸念は増えているとのこと。

4 デモンストレーション

(1) V2X デモ (シーメンスと iteris の協同デモンストレーション) (図3)

5.9 GHz の DSRC で路車間および車車間の通信で情報を提供する。

将来の自動運転車への安全情報提供のシステムである。

※いくつかあったデモンストレーションの中で、もっとも完成度が高いデモンストレーションであった。



図3 5.9GHz アンテナ

①信号タイミング表示 (Signal Phase and Timing (SPaT)) : V2I (図4、5)

進行方向の信号の色と信号が変わる時間を車載器に表示する。

赤信号の時は青色に変わるまでの秒数を表示し、5秒以下は数字が消える。

青信号の時は黄色に変わるまでの秒数を表示する。



図4 赤信号表示



図5 青信号表示

②歩行者横断中の注意情報 (Pedestrian Detection Warning (Ped-X)) : V2I (図6)

車側の信号が青信号の時 (歩行者信号は赤)、横断歩道を歩行している人を路側カメラでとらえ、その情報を車載器に情報提供する。※韓国の C-ITS と同じ仕組み



図6 歩行者横断注意情報表示

③前方追突注意情報 (Forward Collision Warning (FCW)) : V2V (図7)

前車に接近すると、追突注意情報が表示される。(車車間通信のサービス)



図7 前方追突注意情報表示

④前方車両急ブレーキ情報（Emergency Electronic Brake Light (EEBL)）：V2V（図8）

前車が急ブレーキを踏むと、急ブレーキ情報が表示される。（車車間通信のサービス）

⑤制限速度表示情報（Speed Advisory）：V2I（図9）

走行している車線の制限速度の情報を提供する。

⑥逆走警報情報（反対車線への走行）（Wrong Way Entry (WWE)）：V2I（図10）

進行方向とは逆の車線を走行した時、赤い点滅とブザーで逆走していることを知らせる。

車載器に地図情報があり、車両の位置情報、進行方向と車線位置をチェックし、反対車線を走行した時に逆走警報が表示される。車両の位置情報は、路側機で正確な位置情報を補正して、走行している車線の位置を車載器が判断している。

⑦逆走対策情報（進入禁止車線への走行）（Wrong Way Entry (WWE)）：V2I（図11、12）

この先進入禁止の情報が車載器に表示され、そのまま進入すると逆走警報が表示される。



図8 前方車両急ブレーキ情報表示

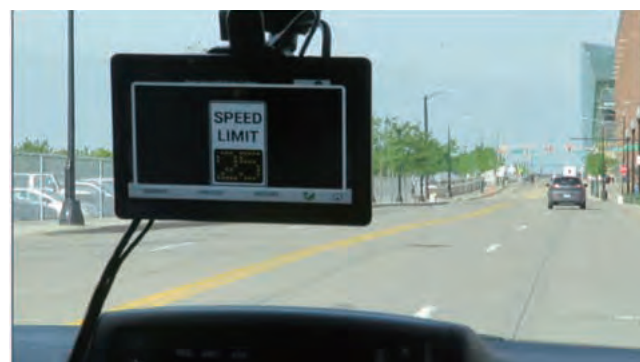


図9 制限速度表示情報表示



図10 逆走警報表示



図11 逆走対策情報（進入禁止注意情報）表示



図12 逆走対策情報（逆走警報）表示

(2) その他の SPaT のデモンストレーション (図 13、14、15)

(3) 逆走車対策 (TAPCO のデモンストレーション) (図 16、17)

レーダーによって進行方向と逆向きに走行してくる車両を検知し、逆走車に対して赤色の点滅と表示板で逆走を警告する。また、逆走車両を認識すると、LED ライトが付き、

カメラで逆走車両を撮影し、監視センターや管理者のタブレットに車両の映像が送られる。

電源はソーラーパワーもしくは AC 電源の二通り。

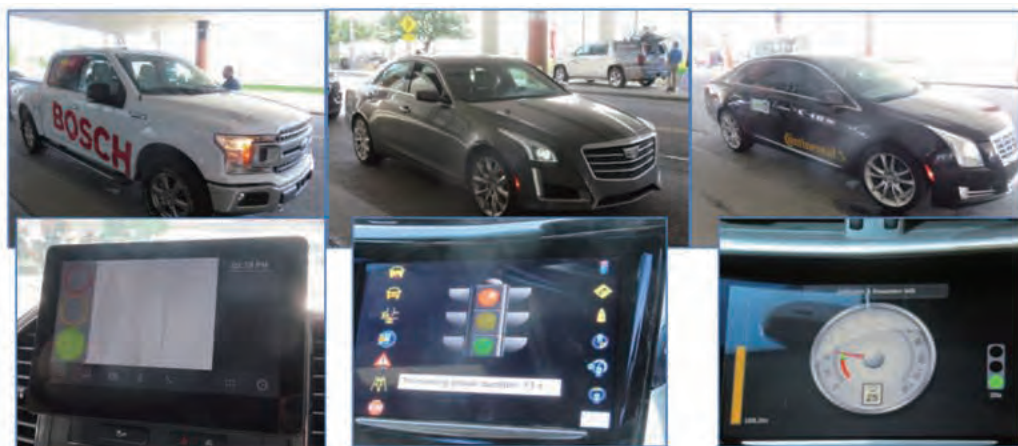


図 13 BOSCH

図 14 GM

図 15 Continental

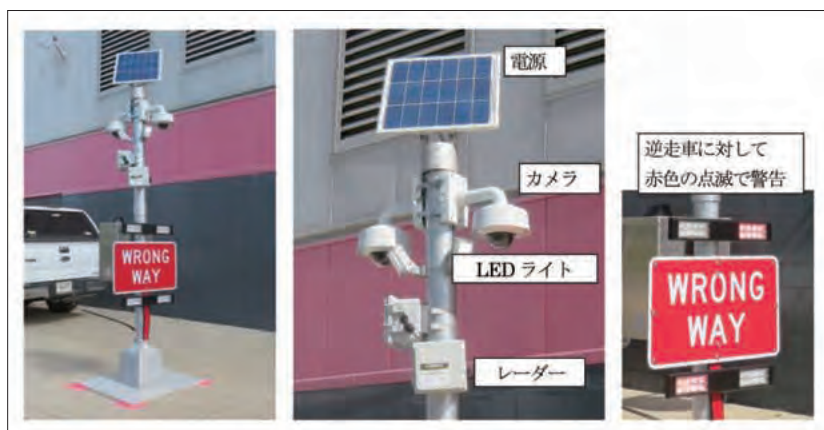


図 16 逆走車警告の路側機

(4) 自動駐車システム (Valeo のデモンストレーション)

今までの自動駐車システムは車単独で実施していたが、今回のデモンストレーションは、センサーの情報をクラウドコンピュータに送り、そこで処理した情報を車に転送して車を操作する仕組み。

スマートフォンで駐車開始のボタンを押すと、車が自動で駐車を行う。車の動作状況はスマートフォンで監視できる。

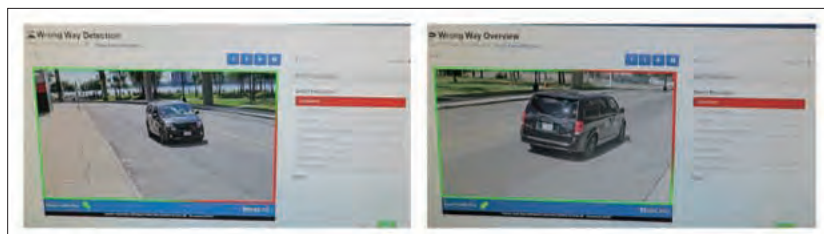


図 17 逆走車監視システム



図 18 自動駐車システムの状況

平成 30 年度 ITS セミナー開催

ITS・新道路創生本部

中村 徹、黒沢 由佳

REPORT

当機構では、民間企業等の ITS に関わる人材育成支援、人材交流のために毎年 ITS セミナーを実施しています。今まで年 1 回の開催でしたが、昨年から年 2 回（7 月下旬、11 月下旬もしくは 12 月上旬）となりました。

今年度の第 1 回 ITS セミナーは 7 月 31 日（火）の 15 時～17 時に当機構の会議室で開催され、参加者は 62 名でした。講師は、名古屋大学 未来社会創造機構 教授 森川高行 氏と三菱重工機械システム（株）ITS 事業本部 技術部 事業計画課 主席 早川祥史 氏に講演していただきました。



名古屋大学 森川 教授



三菱重工機械システム（株） 早川氏

森川先生からは『自動運転時代に向けた地域モビリティサービス構築の取組み』という題目で、地域のモビリティとしての自動運転バスの実験、既存の交通と新しい交通の融合などモビリティによる社会づくりについて講演していただきました。

早川氏からは『各国の道路課金システム～欧州統一課金の最新動向／シンガポールにおける道路課金～』という題目で、道路課金システム、欧州の道路課金事情、シンガポールで実施予定の次世代の道路課金システム（ERP2）について講演していただきました。



ITS セミナーの状況

第18回理事会の開催概要

第18回理事会が平成30年5月31日（木）に開催され、次のとおり決議、報告されました。

1. 平成29年度事業報告承認の件について、原案のとおり承認可決されました。
2. 平成29年度決算の承認の件について、原案のとおり承認可決されました。
3. 公益目的支出計画実施報告書の承認の件について、原案のとおり承認可決されました。
4. 定時評議員会招集及び提出議題の承認の件について、原案のとおり承認可決されました。
5. 職務執行状況報告について、報告しました。



平成30年度定時評議員会の開催概要

平成30年度の定時評議員会が平成30年6月21日（木）に開催され、次のとおり決議、報告されました。

1. 平成29年度決算の承認の件について、原案のとおり承認可決されました。
2. 評議員の選任の件について、原案どおり承認可決されました。
※新評議員名簿 次頁表1参照
3. 平成29年度事業報告の件について、報告しました。
4. 公益目的支出計画実施報告書の件について、報告しました。
5. 最近の事業実施上告報告の件について、報告しました。



新評議員名簿

平成 30 年 6 月 21 日現在
(敬称略)

表 1

(新任)

氏 名	所 属 団 体
木島 秀明	東京海上日動火災保険株式会社 公務開発部長
細野 和美	日産自動車株式会社 渉外部担当部長
山口 和洋	パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社 取締役専務執行役員
大岩 慎治	東芝インフラシステムズ株式会社 社会システム事業部道路ソリューション事業統括責任者
高村 明宏	日本電気株式会社 官公営業本部 営業部長
安垣 健一	住友電気工業株式会社 システム事業部 主幹
村上 耕史	富士通株式会社 社会システム営業本部 社会ネットワーク第一統括営業部長
中村 栄	沖電気工業株式会社 第三営業本部マーケティング&サポート部担当部長
荒巻 淳	三菱電機株式会社 ITS 推進本部 ITS 技術部長
前田 圭一	オムロンソーシアルソリューションズ株式会社 社会ソリューション事業本部 本部長
石原 和明	株式会社デンソー コネクティッド技術部担当部長
小西 雅義	三菱重工機械システム株式会社 ITS 営業部 東日本営業所 部長代理
坂本 好謙	鹿島建設株式会社 常務執行役員 土木管理本部 副本部長
永田 尚人	株式会社熊谷組 執行役員 技術本部長 技術研究所長
加藤 和彦	清水建設株式会社 執行役員 営業総本部 土木営業本部副本部長
遠藤 元一	東日本高速道路株式会社 取締役兼専務執行役員 管理事業本部長
宮田 年耕	首都高速道路株式会社 代表取締役社長
國澤 典生	一般社団法人日本道路建設業協会 常務理事
山本 正堯	

19 名

※新評議員名簿については、当機構ホームページ (<http://www.hido.or.jp/>) をご覧ください。

役職員の人事異動

5月31日付 辞職

ITS・新道路創生本部

研究員

おがわ あきひと
小川 明人

6月1日付 新任

ITS・新道路創生本部

研究員

ますやま じゅん
増山 淳

6月30日付 辞職

ITS・新道路創生本部

本部長

いな の しげる
稲野 茂

7月1日付 新任

ITS・新道路創生本部

研究員

しい や りょうへい
椎谷 亮平

TRAFFIC & BUSINESS

季刊・道路新産業

SUMMER 2018 No.118

(平成30年9月28日)

発行 一般財団法人 道路新産業開発機構
〒112-0014 東京都文京区関口1丁目23番6号
プラザ江戸川橋ビル2階
TEL 03-5843-2911 (代表)
FAX 03-5843-2900
ホームページ <http://www.hido.or.jp/>
編集発行人 笹岡恒夫
編集協力 株式会社 **ぎょうせい**
印刷 有限会社セキグチ

★本誌掲載記事の無断複製をお断わりします。



Highway Industry Development Organization

一般財団法人

道路新産業開発機構

交通のご案内

●東京メトロ有楽町線●

「江戸川橋駅」1a出入口から徒歩約1分

●東京メトロ東西線●

「神楽坂駅」、「早稲田駅」から徒歩約15分

●都営バス●

飯64、白61、上58「江戸川橋」バス停目前



〒112-0014 東京都文京区関口1丁目23番6号

プラザ江戸川橋ビル2階

TEL: 03-5843-2911 (代表) FAX: 03-5843-2900

<http://www.hido.or.jp/>